



UNIVERSIDADE DA CORUÑA

ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA

Grado en Ingeniería Eléctrica

TRABAJO FIN DE GRADO

TFG. Nº: 770G02A55

**TÍTULO: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE GRANJA DESTINADA
A VACUNO CON APOORTE DE ENERGÍA RENOVABLE**

AUTOR: IVÁN GARCÍA REBOREDO

TUTOR: ANTONIO E. MASDIAS BONOME

FECHA: **SEPTIEMBRE DE 2014**

Fdo.: Iván García Reboredo

Fdo.: Antonio E. Masdias Bonome

**TÍTULO: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE GRANJA DESTINADA A
VACUNO CON APOORTE DE ENERGÍA RENOVABLE**

ÍNDICE GENERAL

PETICIONARIO: ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA

AVDA. 19 DE FEBRERO, S/N

15405 - FERROL

FECHA: SEPTIEMBRE 2014

AUTOR: IVÁN GARCÍA REBOREDO

Fdo.: Iván García Reboredo

ÍNDICE GENERAL

2 MEMORIA

2.1 OBJETO DEL TRABAJO

2.2 ALCANCE

2.3 ANTECEDENTES Y JUSTIFICACIÓN DE NECESIDADES

2.4 NORMAS Y REFERENCIAS

2.5 DEFINICIONES Y ABREVIATURAS

2.6 REQUISITOS DE DISEÑO

2.7 ANÁLISIS DE SOLUCIONES

2.8 RESULTADOS FINALES

2.9 ORDEN DE PRIORIDAD EN LOS DOCUMENTOS BÁSICOS

3 ANEXOS

3.1 COPIA DE LA PROPUESTA INICIAL DE ASIGNACIÓN DEL TFG

3.2 ILUMINACIÓN

3.2.1 OBJETO DEL ANEXO

3.2.2 MEMORIA DEL ALUMBRADO

3.2.3 DESCRIPCIÓN DE LAS LUMINARIAS UTILIZADAS

3.2.4 ALUMBRADO GRANJA

3.2.5 CÁLCULOS LUMINOTÉCNICOS

3.2.6 TABLA RESUMEN

3.3 ALUMBRADO DE EMERGENCIA

3.3.1 OBJETO DEL ANEXO

3.3.2 DOCUMENTACIÓN USADA

3.3.3 LUMINARIAS Y LÁMPARAS DE EMERGENCIA USADAS**3.3.4 RESULTADOS DE LOS CÁLCULOS****3.3.5 UBICACIÓN DE LAS LUMINARIAS EN LOS LOCALES****3.4 SISTEMA CONTRAINCENDIOS****3.4.1 OBJETO DEL ANEXO****3.4.2 ÁMBITO DE APLICACIÓN****3.4.3 COMPATIBILIDAD REGLAMENTARIA****3.4.4 CONFIGURACIÓN Y CÁLCULO DEL NIVEL DE RIESGO DE LA GRANJA****3.4.5 REQUISITOS CONSTRUCTIVOS DE LOS ESTABLECIMIENTOS INDUSTRIALES SEGÚN SU CONFIGURACIÓN, UBICACIÓN Y NIVEL DE RIESGO INTRÍNSECO****3.4.6 UBICACIONES NO PERMITIDAS DE SECTORES DE INCENDIO CON ACTIVIDAD INDUSTRIAL****3.4.7 MATERIALES****3.4.8 EVACUACIÓN DE LOS ESTABLECIMIENTOS INDUSTRIALES****3.4.9 INSTALACIONES TÉCNICAS DE SERVICIO****3.4.10 REQUISITOS DE LAS INSTALACIONES DE PROTECCIÓN CONTRAINCENDIOS****3.4.11 ZONA ADMINISTRATIVA****3.4.12 REGLAMENTO DE INSTALACIONES DE PROTECCIÓN CONTRAINCENDIOS****3.5 ANEXO IV: LÍNEA DE MEDIA TENSIÓN****3.5 LÍNEA DE MEDIA TENSIÓN****3.5.1 OBJETO DEL ANEXO****3.5.2 CARACTERÍSTICAS DEL CONDUCTOR SUBTERRÁNEO****3.5.3 CRITERIOS PARA LA DETERMINACIÓN DE LA SECCIÓN****3.5.4 PÉRDIDAS DE POTENCIA EN LA LÍNEA**

3.6 CENTRO DE TRANSFORMACIÓN**3.6.1 OBJETO DEL ANEXO****3.6.2 CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES****3.6.3 REGLAMENTACIÓN Y DISPOSICIONES OFICIALES****3.6.4 CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN****3.6.5 PROGRAMA DE NECESIDADES Y POTENCIA INSTALADA EN KVA****3.6.6 DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN****3.6.7 INSTALACIÓN ELÉCTRICA****3.6.8 CÁLCULOS****3.7 INSTALACIÓN DE ELECTRICIDAD****3.7.1 OBJETO DEL ANEXO****3.7.2 EMPRESA SUMINISTRADORA DE ENERGÍA Y CARACTERÍSTICAS****3.7.3 CONSIDERACIONES GENERALES****3.7.4 CLASIFICACIÓN DEL LOCAL****3.7.5 DESCRIPCIÓN DE LA MAQUINARIA A INSTALAR****3.7.6 PREVISIÓN DE CARGAS****3.7.7 ENLACE DEL C.T. CON EL CUADRO GENERAL****3.7.8 CUADROS ELÉCTRICOS****3.7.9 CUADROS GENERALES****3.7.10 CUADROS SECUNDARIOS****3.7.11 LÍNEAS****3.7.12 CONDUCTORES Y TUBOS DE PROTECCIÓN****3.7.13 PROTECCIONES****3.7.14 INSTALACIÓN DE FUERZA****3.7.15 DEFINICIÓN DE P.A.T****3.7.16 BATERÍA DE CONDENSADORES****3.7.17 CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS DE BAJA TENSIÓN****3.7.18 HOJAS DE CÁLCULO (TABLAS DE EXCEL)****3.7.19 CÁLCULO DE LA BATERÍA DE CONDENSADORES**

3.8 SUMINISTRO DE AGUAS**3.8.1. HIPÓTESIS DE PARTIDA****3.8.2. NORMATIVA****3.8.3. CONDICIONES MÍNIMAS DE SUMINISTRO****3.8.4. MÉTODO DE CÁLCULO****3.9 EVACUACIÓN DE AGUAS****3.9.1 HIPÓTESIS DE PARTIDA****3.9.2 NORMATIVA****3.9.3 MÉTODO DE CÁLCULO****3.9.4 RESULTADOS SANEAMIENTO****3.9.5 RESULTADOS PLUVIALES****3.10 INSTALACIÓN DE ACS****3.10.1 OBJETO DEL ANEXO****3.10.2 FUNCIONAMIENTO DE UN SISTEMA SOLAR****3.10.3 CÁLCULO DE LA INSTALACIÓN****3.10.4 INSTALACIÓN OBJETO DEL TRABAJO****3.11 INSTALACIÓN DE RENOVABLES****3.11.1 OBJETO DEL ANEXO****3.11.2 NORMATIVA CUMPLIDA****3.11.3 CÁLCULO DE LA ENERGÍA Y POTENCIA DE LA GRANJA****3.11.4 RADIACIÓN DIRECTA, DIFUSA Y GLOBAL****3.11.5 MÉTODO DE CÁLCULO DE LA IRRADIANCIA****3.11.6 POTENCIA REAL DE LOS PANELES****3.11.7 INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA****3.11.8 TABLA DE SECCIONES DE RENOVABLES****3.11.9 TABLA DE PÉRDIDA DE POTENCIA****3.11.10 ESTUDIO ECONÓMICO APROXIMADO**

4 PLIEGO DE CONDICIONES

4.1 OBJETO DEL PLIEGO

4.2 DISPOSICIONES GENERALES

4.3 DISPOSICIONES FACULTATIVAS

4.4 DISPOSICIONES ECONÓMICAS DE LOS PRECIOS

4.5 PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS

5 PLANOS

5.1 Plano de Situación

5.2 Plano de Emplazamiento en polígono

5.3 Plano de Emplazamiento en parcela

5.4 Plano de Distribución

5.5 Plano de acotado

5.6 Plano de Alzado y perfiles

5.7 Plano de Sección

5.8 Plano de Iluminación

5.9 Plano de Fuerza

5.10 Plano de Emergencias

5.11 Plano de Contraincendios

5.12 Plano de Fontanería

5.13 Plano de Saneamiento

5.14 Plano de Montaje de los paneles solares fotovoltaicos

5.15 Plano de Montaje de los paneles solares A.C.S

5.16 Plano de Esquema auxiliar de fotovoltaica

5.17 Plano de Esquema de instalación de ACS

5.18 Plano de Poste de acometida y cimentación

5.19 Plano de Línea de media tensión subterránea

5.20 Plano del Centro de transformación

5.21 Plano de Esquema unifilar centro de transformación

5.22 Plano unifilar del cuadro general principal

5.23 Plano unifilar del cuadro general de alumbrado

5.24 Plano unifilar del cuadro general de fuerza

5.25 Plano unifilar del cuadro secundario de alumbrado 1

5.26 Plano unifilar del cuadro secundario de alumbrado 2

**5.27 Plano unifilar del cuadro secundario de alumbrado de
emergencia1**

**5.28 Plano unifilar del cuadro secundario de alumbrado de
emergencia2**

5.29 Plano unifilar del cuadro secundario de fuerza 1

5.30 Plano unifilar del cuadro secundario de fuerza 2

5.31 Plano de Línea de puesta a tierra

6 ESTADO DE MEDICIONES

6.1 ILUMINACION

6.2 ALUMBRADO EMERGENCIA

6.3 ALUMBRADO CONTRA INCENDIOS

6.4 LÍNEA MEDIA TENSIÓN

6.5 CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

6.6 INSTALACIONES ELECTRICAS

6.7 SUMINISTRO DE AGUAS

6.8 EVACUACIÓN DE AGUAS

6.9 A.C.S

6.10 INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA

7 PRESUPUESTO

7.1 ILUMINACION

7.2 ALUMBRADO EMERGENCIA

7.3 ALUMBRADO CONTRA INCENDIOS

7.4 LÍNEA MEDIA TENSIÓN

7.5 CENTRO DE TRANSFORMACIÓN**7.6 INSTALACIONES ELECTRICAS****7.7 SUMINISTRO DE AGUAS****7.8 EVACUACIÓN DE AGUAS****7.9 A.C.S****7.10 INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA****8 ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD****8.1 JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD****8.2 OBJETO DEL ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD****8.3 NORMATIVA DE APLICACIÓN****8.4 DESCRIPCION DE LA OBRA Y SITUACION****8.5 INSTALACIONES PROVISIONALES Y ASISTENCIA SANITARIA****8.6 IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS****8.7 ANÁLISIS DE RIESGOS**

**TÍTULO: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE GRANJA DESTINADA A
VACUNO CON APOORTE DE ENERGÍA RENOVABLE**

MEMORIA

**PETICIONARIO: ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA
AVDA. 19 DE FEBRERO, S/N
15405 - FERROL**

FECHA: SEPTIEMBRE 2014

AUTOR: IVÁN GARCÍA REBOREDO

Fdo.: Iván García Reboredo

2 MEMORIA.....	2
2.1 OBJETO DEL TRABAJO	2
2.2 ALCANCE	2
2.3 ANTECEDENTES Y JUSTIFICACIÓN DE NECESIDADES	3
2.4 NORMAS Y REFERENCIAS	4
2.4.1 Disposiciones legales y normas aplicadas.....	4
2.4.2 Bibliografía	9
2.4.3 Programas Informáticos utilizados para elaborar el trabajo	10
2.4.4 Otras referencias	11
2.4.4.1 Descripción de los locales	11
2.4.4.2 Maquinaria usada	12
2.4.4.7 Capítulos de que consta el trabajo.....	14
2.5 DEFINICIONES Y ABREVIATURAS	15
2.6 REQUISITOS DE DISEÑO	16
2.6.1 Descripción del recinto.....	16
2.6.2 Emplazamiento	17
2.6.3 Superficie de los locales	17
2.7 ANÁLISIS DE SOLUCIONES	17
2.8 RESULTADOS FINALES.....	18
2.9 ORDEN DE PRIORIDAD EN LOS DOCUMENTOS BÁSICOS	18

2 MEMORIA

2.1 OBJETO DEL TRABAJO

El presente trabajo tiene como objeto definir las obras e instalaciones necesarias para una granja de explotación de ganado vacuno, tanto técnica como económicamente, de acuerdo con el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, y demás reglamentos y normas aplicables, con el fin de ejecutar dicha obra y conseguir las autorizaciones pertinentes por parte del ministerio de industria como de otros organismos oficiales de la administración.

La actividad de dicha granja consistirá en la producción de leche de vaca, en la producción de electricidad a partir de la instalación solar fotovoltaica y en la producción de agua caliente a partir de la instalación de A.C.S. Además también se diseñará un centro de transformación MT/BT destinado al suministro de energía para las instalaciones eléctricas interiores y exteriores.

El trabajo está formado por la memoria descriptiva en la que justificamos las soluciones adoptadas y, conjuntamente con los planos y pliego de condiciones, describe de forma unívoca el objeto del trabajo.

2.2 ALCANCE

Este trabajo sobre las instalaciones para una granja abarca:

- Distribución en planta de las máquinas necesarias.
- Estudio del circuito eléctrico para servicios y de la iluminación interior de la empresa.
- Estudio del sistema de emergencias.
- Estudio del sistema contra incendios.
- Estudio del tramo de línea subterránea de Media Tensión.
- Estudio del Centro de Transformación.

- Estudio del circuito eléctrico de fuerza de la granja.
- Estudio de la red de fontanería.
- Estudio de la red de saneamiento.
- Estudio de la instalación de ACS.
- Estudio de la instalación fotovoltaica
- Realización del pliego de condiciones que recoge la normativa a aplicar para la consecución de los alcances anteriores.
- Realización de los planos necesarios.
- Realización del estado de mediciones.
- Presupuesto de los materiales y montaje de las instalaciones.
- Realización del Estudio Básico de Seguridad y Salud.

2.3 ANTECEDENTES Y JUSTIFICACIÓN DE NECESIDADES

Se ha valorado la posibilidad de instalar un digestor de biogás, pero sin datos de la cantidad de material orgánico que se produce en nuestra granja y teniendo en cuenta que los reactores de biogás son menos apropiados para climas fríos ya que la producción de gas no es factible por debajo de 15°C, hemos decidido no llevar a cabo la instalación de dicho digestor. Por eso se valorará su implementación después de conocer los productos reales obtenidos de la granja.

En cuanto a la instalación de iluminación se ha decidido que todas las luminarias usadas sean LED para cumplir con las exigencias relativas a la eficiencia energética. Además se ahorrará en la factura ya que nuestro consumo será menor.

Hemos decidido llevar a cabo las instalaciones de emergencia y contra incendios para garantizar una mayor seguridad, ya que en nuestro caso no son obligatorias.

Instalaremos un centro de transformación porque aunque la potencia de cálculo del edificio no sea superior a 100 kw la compañía eléctrica que contratamos no nos puede suministrar una cantidad elevada de potencia.

Después de calcular el caudal, hemos decido instalar tanto en fontanería como en saneamiento tuberías de plástico PPr porque las velocidades que nos permiten las tuberías de plástico son mayores que las metálicas. Además hemos considerado que la velocidad sea igual o inferior a 2 m/s ya que a partir de esa velocidad se entra en el mínimo confort y se pueden originar ruidos.

Se ha calculado la instalación de A.C.S ya que en nuestra granja según el HE4 (Por estar en la zona climática I) es necesaria una contribución solar mínima del 30%.

Para reducir la dependencia de recursos energéticos externos, para obtener beneficios para la empresa y disminuir el impacto ambiental, calculamos una instalación de aprovechamiento de energía solar mediante un sistema solar fotovoltaico.

2.4 NORMAS Y REFERENCIAS

2.4.1 Disposiciones legales y normas aplicadas

En la redacción de este trabajo se han tenido en cuenta todas y cada una de las especificaciones contenidas en las Reglamentaciones y Normas que se relacionan a continuación. A la vez se han incluido en los anexos correspondientes las normas que les afectan y que, en el caso de no figurar en la relación siguiente, se han tenido cuenta para el trabajo y se tendrán en cuenta para la ejecución de aquellas partes que le afecten.

- Ordenanzas Municipales del Ayuntamiento de Laracha, A Coruña.
- Real Decreto 348/2000 de 10 de marzo (modificado por RD 441/01 del Consejo de 27 de abril) de la normativa general básica en materia de bienestar de los animales en las granjas.
- Ley 32/2007, de 7 de noviembre, para el cuidado de los animales, en su explotación, transporte, experimentación y sacrificio.
- Real Decreto 1047/1994 de 20 de mayo, modificado por el RD 229/9 y por el RD 692/2010, de 20 de mayo, que establece las normas mínimas específicas para la protección de terneros en las explotaciones ganaderas.
- Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones Conectadas a Red. PCT-C-REV - julio 2011.
- Norma UNE 157001 de Criterios Generales para la elaboración de proyectos.
- Reglamento de seguridad Contra Incendios, aprobado por Real Decreto 2267/2004.
- Reglamento de Instalaciones de Protección contra Incendios.
- Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación y posteriores modificaciones.
- Reglamento de Líneas Aéreas de Alta Tensión.
- Reglamento de Estaciones de Transformación.

- Reglamento de Centrales Generadoras de Energía Eléctrica.
- Real Decreto 1578/2008, de 26 de septiembre, de retribución de la actividad de producción de energía eléctrica mediante tecnología solar fotovoltaica.
- Real Decreto 842/2002 por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias.
- Normas Particulares para las Instalaciones de Enlace en el Suministro de Energía Eléctrica en Baja Tensión.
- Normas particulares de “CHC ENERGÍA”
- Real Decreto 337/2010, de 19 de marzo, por el que se modifican el Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención; el Real Decreto 1109/2007, de 24 de agosto, por el que se desarrolla la Ley 32/2006, de 18 de octubre, reguladora de la subcontratación en el sector de la construcción y el Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en obras de construcción.
- Real Decreto 485/1997 sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- Real Decreto 486/1997 sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.

- Ley y Reglamento de prevención de riesgos laborales
- Real Decreto 487/1997 sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la manipulación manual de cargas que entrañe riesgos, en particular dorsolumbares para los trabajadores.
- Real Decreto 1627/1997, de 24 de Octubre, publicado en el BOE nº 256, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- Real Decreto 614/2001 de 8 de Junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.
- Real Decreto 171/2004 sobre coordinación de actividades empresariales en materia de Prevención de Riesgos Laborales.
- Real Decreto 2.177/2004 sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo, en materia de trabajos temporales en altura.
- Real Decreto 773/1997 sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.
- Real Decreto 286/2006 sobre la protección de la salud y seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido.

- Normas UNE:

- UNE 20-434-90: Sistema de designación de cables.
- UNE 20-435-90: Cables de transporte de energía aislados con dieléctricos secos extruidos para tensiones de 1 a 30 KV.
- UNE 20-460-90 parte 4-43: Instalaciones eléctricas en edificios. Protección contra las sobre intensidades.
- UNE 20-460-90 parte 5-54: Instalaciones eléctricas en edificios. Puesta tierra y conductores de protección.
- EN-IEC 60 947-2:1996 (UNE – NP): Aparamenta de baja tensión. Interruptores automáticos.
- EN-IEC 60 947-2:1996 (UNE – NP) anexo B: Interruptores automáticos con protección incorporada por intensidad diferencial residual.
- EN-IEC 60 947-3:1999: Aparamenta de baja tensión. Interruptores, seccionadores, interruptores-seccionadores y combinados fusibles.
- EN-IEC 60 269-1 (UNE): Fusibles de baja tensión.
- EN 60 898 (UNE – NP): Interruptores automáticos para instalaciones domésticas y análogos para la protección

contra sobreintensidades.

2.4.2 Bibliografía

- Proyecto y Cálculo de Instalaciones Solares Térmicas. Autor Pilar Pereda Suquet. Editorial Ediciones de Arquitectura.
- Instalaciones eléctricas en media y baja tensión. Autor José García Trasancos. Editorial Paraninfo.
- Suministro y evacuación interior de agua sanitaria. Autor Albert Soriano Rull. Editorial: MARCOMBO,
- R. E. B. T. Editorial Paraninfo.
- Catálogo de luminarias perteneciente a philips.
- Catálogo de cables perteneciente a Prysmian.
- Catálogo de fotovoltaica perteneciente a Hispania solar.
- Catálogo de seguidores perteneciente a Mecasolar.
- Catálogo de inversores pertenecientes a Ingecon Sun.
- Catálogo de Interruptores automáticos y diferenciales perteneciente al catálogo electrónico de Schneider.
- Manual técnico de fontanería perteneciente a aquatencic
- Catálogo de A.C.S perteneciente a Salvador Escoda.

2.4.2.1 Bibliografía digital

También se han realizado consultas en las siguientes páginas Web:

- <http://www.codigotecnico.org/web/>
- <http://www.matmax.es/>
- <http://www.magrama.gob.es/es/>
- <http://www.idae.es/>

- www.aenor.es
- www.presuesta.com
- www.construnario.com/
- www.prysmian.com
- <http://www.appa.es/>
- www.energia.com
- www.chcenergia.es/
- www.ree.es
- <http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/>
- <https://www.google.es/maps/>
- www.voltimum.es
- <http://normativaconstruccion.cype.info/>
- www.philips.es
- www.schneiderelectric.es
- <http://www.boe.es/>

2.4.3 Programas Informáticos utilizados para elaborar el trabajo

En el desarrollo de este trabajo se han utilizado las siguientes herramientas informáticas y programas de cálculo:

- AUTOCAD 2010 para la realización de planos.
- MICROSOFT WORD 2010 para el tratamiento de textos.
- MICROSOFT EXCEL 2010 para realizar tablas y cálculos.
- ADOBE ACROBAT XI Pro para convertir documentos a pdf.
- PAINT para la realización de dibujos.
- DIALUX 4.11 para los cálculos de la iluminación.
- LEGRAND EMERLIGHT 4.0 para cálculos de iluminaciones de emergencia.

- SISPRO BUILDING para realizar los esquemas unifilares.
- AMIKIT 3.0 para la obtención del centro de transformación.

2.4.4 Otras referencias

2.4.4.1 Descripción de los locales

La granja, se puede dividir en los siguientes locales:

- Almacén:

Se almacenaran tanto materias primas así como los repuestos a la espera de ser utilizados para reparar alguna máquina. No está comunicado con el resto de la granja.

- Oficina:

Local donde se ordenan y clasifican los documentos de la granja.

- Vestuarios:

Vestuarios tanto masculinos como femeninos. Se usarán para el uso del personal de la granja.

- Baños:

Baños tanto masculinos como femeninos. Están adaptados a minusválidos. Se usaran para el uso del personal de la fábrica y para el público.

- Pasillo:

Comunica con la oficina, el aseo masculino, el aseo femenino, el vestuario femenino y el vestuario masculino.

- Zona de enfriado:

Zona donde se almacena y conserva la leche en la granja desde el ordeño hasta la recogida por las cisternas de la industria láctea, en esta sala se enfriará la leche a una temperatura suficientemente baja y durante un tiempo limitado. Se utilizan dos tanques de frío para ello.

- Zona de cuadras:

Zona en la cual se encuentra el ganado vacuno. Dispone de unas zonas con camas para las vacas, una habitación para la cría, otra para la lactancia, otra para cebo, otra para engorde y una zona por donde se alimentara al ganado. Además también hay seis bebederos, comedores y dos arrobaderas hidráulicas.

- Sala de ordeño:

Lugar donde se tienen a cabo las labores de ordeño vacuno. Dispone de doce máquinas de ordeño. Esta habitación esta comunicada con la zona de cuadras.

2.4.4.2 Maquinaria usada

Las maquinas que se utilizarán en todas las operaciones del proceso productivo:

	Ubicación	Unidades	Intensidad unitaria (A)	P.Unit. (KW)
Tanque de frio	Zona enfriado	2	10,681	7,4
Motor ordeñadora	Zona	1	5,774	4

	enfriado			
Grupo de vacío	Zona enfriado	1	5,774	4
Arrobadera hidráulica 1	Cuadras	1	3,608	2,5
Arrobadera hidráulica 2	Cuadras	1	4,330	3

Tabla 2.4.4.2.1 – Maquinaria principal

Además de estas máquinas habrá otra que no se tienen en consideración por que irán conectas a distintas tomas de corriente o por medios de baterías y acumuladores.

2.4.4.3 Capital humano

Los medios humanos estará formado por el personal necesario para el proceso que estará formado en principio por 4 personas de las cuales todas se dedicarán a la zona de producción y una de ellas será la encargada de llevar el sector administrativo

2.4.4.4 Capital animal

Se trata de una instalación de 45 vacas adultas de producción de leche con una reposición de 11 novillas y terneras.

El promedio de producción de leche por vaca es de 25 litros cada día. Con lo cual se prevé que la producción de leche total será 410.625 litros de leche al año.

2.4.4.5 Instituciones y organismos implicados

Los organismos implicados para la aprobación del presente trabajo serán la Consellería de Industria y el Ayuntamiento de Laracha.

2.4.4.6 Empresa suministradora de la energía eléctrica

El suministro eléctrico será realizado por la empresa “CHC ENERGÍA”, empresa suministradora de la zona. El cliente, según convenga, podrá negociar con otra empresa comercializadora el coste de la misma.

El suministro eléctrico se realizará en forma de tensión alterna a la frecuencia normalizada de la red de 50 Hz, a través de una línea trifásica cuya tensión de servicio es de 15 kV con una tensión más elevada de red de 17,5 kV. El paso de tensión de 15 kV a 400 V de tensión compuesta y 230 V de tensión simple se realizará mediante un transformador propiedad del abonado y ese será el régimen de tensión al cual funcionan los equipos eléctricos de la instalación.

2.4.4.7 Capítulos de que consta el trabajo

El trabajo se estructura en varias unidades de modo que los distintos documentos básicos, con sus documentos unitarios, son los que se enumeran a continuación:

- Índice General
- Memoria General
- Anexos relativos a:
 - Asignación del trabajo fin de grado
 - Iluminación
 - Alumbrado de emergencia
 - Sistema contra incendios

- Línea media tensión
 - Centro de transformación
 - Instalaciones eléctricas
 - Instalación de fontanería
 - Instalación de saneamiento
 - Instalación de ACS
 - Instalación de fotovoltaica
-
- Pliego de Condiciones
-
- Planos
-
- Estado de Mediciones
-
- Presupuesto
-
- Estudio de seguridad y Salud

Cada una de estas unidades se estudia separadamente en el anexo correspondiente, al final del cual se incluirán las tablas de soluciones que se consideren necesarias.

2.5 DEFINICIONES Y ABREVIATURAS

En este trabajo se han utilizado una serie de abreviaturas para simplificar la lectura. La primera vez que se utilice una abreviatura, se hará entre paréntesis siguiendo a la palabra que va a sustituir.

2.6 REQUISITOS DE DISEÑO

2.6.1 Descripción del recinto

La clasificación del terreno donde está ubicada la granja es, según el Plan Xeral de Ordenación Urbana del Excmo. Ayuntamiento de Laracha, suelo urbanizable no delimitado.

La superficie construida es de unos 1671,4959 m², la cual tiene una altura exterior máxima es de 10 metros donde la altura interior es de 7 metros.

El pavimento será de hormigón tratado con antirresbaladizo y la cubierta de la granja chapa sándwich de 10 cm de espesor.

- Servicios:
 - Acceso rodado: Por la Autovía AG- 55 – A Coruña.
 - Energía eléctrica: Por delante de la parcela esta la línea de media tensión que suministrará al centro de transformación a instalar, para el desarrollo de la actividad.
 - Fontanería: Se obtendrá a través de la Red Municipal de Suministro de Agua del Excmo. Ayuntamiento de Laracha, lo que garantiza su potabilidad.
 - Alcantarillado y saneamiento: Se obtendrá a través de la Red Municipal de Suministro de Agua del Excmo. Ayuntamiento de Laracha.

2.6.2 Emplazamiento

Las instalaciones objeto del trabajo se llevarán a cabo en el Término Municipal de Laracha, en la Provincia de A Coruña, ubicado en el “Polígono industrial de Laracha”, en la parcela Xesteira 1. La parcela tendrá una superficie de unos 10211,12 m², tal como puede apreciarse en los planos que se incluyen en la documentación gráfica.

2.6.3 Superficie de los locales

La granja industrial en la que se proyectan las instalaciones para granja, tiene unos locales con las siguientes superficies:

Locales	Superficie (m ²)
Oficina	17,2
Pasillo	43,5
Vestuario Femenino	17,5
Vestuario Masculino	17,5
Baño hombres	3,5
Baño mujeres	3,5
Sala ordeño	155,2
Zona enfriado	77,55
Cuadras	1306,0459

Tabla 2.6.3.1 – Superficie de los locales

2.7 ANÁLISIS DE SOLUCIONES

En el presente trabajo, no es de interés indicar las distintas alternativas estudiadas, los caminos que se han seguido para llegar a ellas, las ventajas e inconvenientes de cada una y cuál es la solución elegida y su justificación.

La razón es que no hay elementos críticos que justifiquen la necesidad de dejar constancia escrita del análisis comparativo realizado con sus posibles soluciones.

2.8 RESULTADOS FINALES

A lo largo del presente Trabajo se han expuesto los fundamentos que han servido de base para la realización del mismo.

Por todo lo expuesto anteriormente se estima que la puesta en marcha de esta actividad, con todos los elementos de producción descritos en el presente Trabajo, no producirá efectos perjudiciales ni molestia alguna, si las medidas correctoras que se proponen, resultan del grado de eficacia previstas.

Cumpliendo todas las normas legales sobre la materia, se estima que cuenta con los requisitos indispensables para que, por los Organismos correspondientes se le concediese la pertinente autorización para poder llevar a cabo el montaje de las instalaciones, entrar en servicio la actividad, y pudiese servir de base para la contratación y posterior ejecución de las obras.

2.9 ORDEN DE PRIORIDAD EN LOS DOCUMENTOS BÁSICOS

En relación con las posibles discrepancias entre los documentos básicos del Trabajo el orden de prioridad es el que viene indicado de forma general en la UNE 157001, sin más consideraciones, es decir:

- 1.PLANOS
- 2.PLIEGO DE CONDICIONES
- 3.PRESUPUESTO
- 4.MEMORIA

**TÍTULO: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE GRANJA DESTINADA A
VACUNO CON APOORTE DE ENERGÍA RENOVABLE**

ANEXOS

PETICIONARIO: ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA
AVDA. 19 DE FEBRERO, S/N
15405 - FERROL

FECHA: SEPTIEMBRE 2014

AUTOR: IVÁN GARCÍA REBOREDO

Fdo.: Iván García Reboredo

ANEXOS

3 ANEXOS

3.1 ANEXO I: ASIGNACIÓN DEL TFG

3.2 ANEXO II: ILUMINACIÓN

3.3 ANEXO III: ALUMBRADO DE EMERGENCIA

3.4 ANEXO IV: SISTEMA CONTRA INCENDIOS

3.5 ANEXO V: LINEA MEDIA TENSIÓN

3.6 ANEXO VI: CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

3.7 ANEXO VII: INSTALACIONES ELECTRICAS

3.8 ANEXO VIII: SUMINISTRO DE AGUAS

3.9 ANEXO IX: EVACUACIÓN DE AGUAS

3.10 ANEXO X: INSTALACIÓN DE ACS

3.11 ANEXO XI: INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA

**TÍTULO: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE GRANJA DESTINADA A
VACUNO CON APOORTE DE ENERGÍA RENOVABLE**

ANEXO I: ASIGNACIÓN DEL TFG

PETICIONARIO: ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA

AVDA. 19 DE FEBRERO, S/N

15405 - FERROL

FECHA: SEPTIEMBRE 2014

AUTOR: IVÁN GARCÍA REBOREDO

Fdo.: Iván García Reboredo



ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA

ASIGNACIÓN DE TRABAJO FIN DE GRADO

En virtud de la solicitud efectuada por:

En virtud da solicitude efectuada por:

APELLIDOS, NOMBRE: *García Reboredo, Iván*

APELIDOS E NOME:

DNI: **Fecha de Solicitud:** FEB2014

DNI: *Fecha de Solicitude:*

Alumno de esta escuela en la titulación de Grado en Ingeniería Eléctrica, se le comunica que la Comisión de Proyectos ha decidido asignarle el siguiente Trabajo Fin de Grado:

O alumno de esta escola na titulación de Grado en Enxeñería Eléctrica, comunícaselle que a Comisión de Proxectos ha decidido asignarlle o seguinte Traballo Fin de Grado:

Título T.F.G: Instalación eléctrica de granja destinada a vacuno con aporte de energía renovable

Número TFG: 770G02A55

TUTOR: (Titor) *Masdias Bonome, Antonio E.*

COTUTOR/CODIRECTOR: MANUEL A. GRAÑA LOPEZ

La descripción y objetivos del Trabajo son los que figuran en el reverso de este documento:

A descripción e obxectivos do proxecto son os que figuran no reverso deste documento.

Ferrol a Sabado, 7 de Junio del 2014

Retirei o meu Traballo Fin de Grado o día _____ de _____ do ano _____

Fdo: García Reboredo, Iván

DESCRIPCIÓN Y OBJETIVO:Se diseña la instalación eléctrica de una granja de vacuno con incorporación de energía renovable.

Se estudia la posibilidad de incorporar un digestor de biogás, paneles solares, térmicos o fotovoltaicos ...

**TÍTULO: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE GRANJA DESTINADA A
VACUNO CON APOORTE DE ENERGÍA RENOVABLE**

ANEXO II: ILUMINACION

PETICIONARIO: ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA
AVDA. 19 DE FEBRERO, S/N
15405 - FERROL

FECHA: SEPTIEMBRE 2014

AUTOR: IVAN GARCIA REBOREDO

Fdo.: Iván García Reboredo

ANEXO II: ILUMINACION	1
3.2 ILUMINACIÓN	3
3.2.1 OBJETO DEL ANEXO	3
3.2.2 MEMORIA DEL ALUMBRADO	3
3.2.2.1 Consideraciones a tener en cuenta	3
3.2.3 DESCRIPCIÓN DE LAS LUMINARIAS UTILIZADAS	6
3.2.4 ALUMBRADO GRANJA.....	9
3.2.4.1 Oficina.....	9
3.2.4.2 Vestuario femenino	13
3.2.4.3 Zona de cuadras	17
3.2.4.4 Sala de ordeño.....	21
3.2.5 CÁLCULOS LUMINOTÉCNICOS	25
3.2.5.1 Selección de las luminarias	25
3.2.5.2 Iluminación.....	25
3.2.5.2.1 Método de los lúmenes	25
3.2.5.3 Ejemplo ilustrativo	31
3.2.6 TABLA RESUMEN.....	33

3.2 ILUMINACIÓN

3.2.1 OBJETO DEL ANEXO

El principal objetivo de este anexo es calcular los niveles de iluminación en los diversos locales de la granja ajustándose a la legislación que se le aplica.

Se indican también cuales son las características de las luminarias que se utilizaran y el número de las mismas que hay que disponer para alcanzar el mínimo de iluminación exigidos en los locales que tenemos. Siempre que se haga referencia a una marca o modelo determinado, se podrá emplear cualquier otro de características iguales o equivalentes.

3.2.2 MEMORIA DEL ALUMBRADO

En el apartado de cálculos se puede comprobar cómo se ha seleccionado el tipo de alumbrado más conveniente para cada zona, dependiendo del nivel del mismo, y además se ha tenido en cuenta la calidad de limitación de deslumbramiento directo de cada luminaria y el rendimiento de color de la lámpara más recomendado para una instalación concreta. También cabe destacar que se seleccionaron aquellas luminarias que menor potencia consumían para respetar la normativa vigente y considerando el ahorro energético ahora exigido.

3.2.2.1 Consideraciones a tener en cuenta

Todos los cálculos cumplirán con lo dispuesto en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión para los locales donde se vaya a realizar la instalación.

Se han adoptado los valores de iluminancia media para el uso a desarrollar en cada local, lo establecido en los documentos Guía técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relativos a la utilización de lugares de trabajo y la norma UNE-EN 12464-1:2012 Iluminación de los lugares de trabajo. En valores en los

que los dos documentos tienen valores ligeramente diferentes, se optó el valor más restrictivo.

El Código Técnico de la Edificación, en el Documento Básico HE (2013), Sección HE3, establece que los edificios dispondrán de instalaciones de iluminación adecuadas a las necesidades de sus usuarios y a la vez eficaces energéticamente disponiendo de un sistema de control que permita ajustar el encendido a la ocupación real de la zona, así como de un sistema de regulación que optimice el aprovechamiento de la luz natural en las zonas que reúnan unas determinadas condiciones.

Los requisitos que se han de cumplir son los siguientes:

Junto con los cálculos justificativos, será necesario que figuren, además, los siguientes datos:

- Índice del local (K).
- Número de puntos considerados en el trabajo.
- Factor de mantenimiento (Fm).
- Iluminancia media horizontal mantenida (Em) obtenida.
- Índice de deslumbramiento unificado (UGR).
- Índices de rendimiento de color (RA) de las lámparas utilizadas.
- Valor de la eficiencia energética de la instalación (VEEI).
- Potencias de los conjuntos lámpara más equipo.

La eficiencia energética de una instalación de iluminación de una zona se determinará mediante el Valor de Eficiencia Energética de la Instalación (VEEI), en W/m² por cada 100 lux, mediante la siguiente expresión:

$$VEEI = \frac{P \times 100}{S \times E_m} \quad (3.2.2.1.1)$$

Dónde:

P = Potencia total instalada de lámparas más equipos auxiliares (W).

S = Superficie iluminada (m^2).

E_m = Iluminancia media horizontal (lux).

Los valores de eficiencia energética límite en recintos interiores de un edificio que hemos usado en nuestro trabajo se describen en la siguiente tabla:

Zonas de actividad diferenciada	VEEI límite
Recintos interiores no descritos en este listado	4,0
Almacenes, archivos, salas técnicas y cocinas	4,0
Aparcamientos	4,0
Zonas comunes	4,0

Tabla 3.2.2.1.1 - Valores VEEI límite.

3.2.2.2 Índices E_m , R_a y UGR

El **E_m** o iluminancia media mantenida sobre el plano horizontal. Es el valor por debajo del cual no debe descender la iluminancia media en el área especificada.

El **R_a** o índice de reproducción cromática. Forma en que la luz de una lámpara reproduce los colores de los objetos iluminados, indica las propiedades de rendimiento en color de una fuente luminosa, teniendo en cuenta que depende de la lámpara y no de la luminaria.

$R_a < 60$	Pobre
$60 < R_a < 80$	Bueno
$80 < R_a < 90$	Muy bueno
$R_a > 90$	Excelente

Tabla 3.2.2.2.1 - Índice de reproducción cromática.

El **UGR** o índice de deslumbramiento unificado indica la posibilidad de deslumbramiento que una luminaria puede provocar debido a la construcción de

la óptica y a la posición de las lámparas de modo que los valores de referencia para un local serán valores máximos, que no deberán ser sobrepasados.

Todos estos índices se obtienen de la Norma UNE 12464-1 “Norma Europea sobre Iluminación de los Lugares de Trabajo”.

3.2.3 DESCRIPCIÓN DE LAS LUMINARIAS UTILIZADAS

En este apartado se resumen las luminarias que se instalarán en cada local, indicando la iluminancia requerida y el número y tipo de luminarias seleccionado.

- **Philips BCS460 LED24/840 PSD W16L124 MLO-PC:**

Estas luminarias ultraplanas están disponibles en versiones rectangulares y cuadradas con las lámparas MASTER TL5 y TL5 ECO, y posibilitan distribuciones de luz directa e indirecta. También pueden utilizarse para formar líneas de luz y estructuras. Gracias a su amplia gama de microópticas y difusores de elevada eficiencia y confort, SmartForm BCS460 permite encontrar la solución perfecta para cada situación. Es posible integrar controles de iluminación en la propia luminaria para un ahorro adicional de energía.



Figura 3.2.3.1 - Philips BCS460.

- **WT460C LED23S/840 PSU NB L1300:**

Con un renovado y fresco diseño, un sistema óptico de alta eficiencia y módulos con los últimos LED de flujo medio, la sólida luminaria estanca Pacific LED ofrece luz blanca y brillante de alta calidad con un control de haz excelente para minimizar el deslumbramiento, algo importante en aplicaciones como aparcamientos. Además, la instalación es rápida y sencilla gracias a los remates inteligentes. Y el sistema de luz puede mantenerse por separado, lo que permite actualizar a la tecnología LED en el futuro sin tener que cambiar toda la luminaria.



Figura 3.2.3.2 – Philips WT460C.

- **BBS460C 1XDLED-3000 C:**

LuxSpace proporciona la combinación perfecta de eficiencia, comodidad y diseño sin renunciar al rendimiento lumínico (uniformidad y buen índice de reproducción cromática). Ofrece una amplia gama de opciones para crear el ambiente deseado, sea cual sea la aplicación.



Figura 3.2.3.3 – Philips BBS470.

- **BPS460 LED24/840 PSD W16L124 MLO-PC SMT1:**

La familia de luminarias de montaje suspendido, adosado o aplique de pared SmartForm LED BPS460/462/464 combina la mejor calidad luminotécnica de su categoría con un diseño limpio y atractivo. Estas luminarias ultraplanas están disponibles en versiones rectangulares y cuadradas con las lámparas MASTER TL5, TL5 ECO Y LED, y posibilitan distribuciones de luz directa e indirecta. También pueden utilizarse para formar líneas de luz y estructuras. Gracias a su amplia gama de microópticas y difusores de elevada eficiencia, SmartForm LED BPS460/462/464 permite encontrar la solución perfecta para cada situación. Es posible integrar controles de iluminación en la propia luminaria para un ahorro adicional de energía.



Figura 3.2.3.3 – Philips BPS460.

3.2.4 ALUMBRADO GRANJA

A continuación se resumen las luminarias que se instalarán en algunos de los locales de nuestra granja, indicando la iluminancia requerida el número y tipo de luminarias seleccionado. En el resto de locales se harán los mismos cálculos, los resultados obtenidos se describen en el último punto de este anexo.

3.2.4.1 Oficina

Para esta zona se han seleccionado luminarias Philips BCS460 LED24/840 PSD W16L124 MLO-PC.

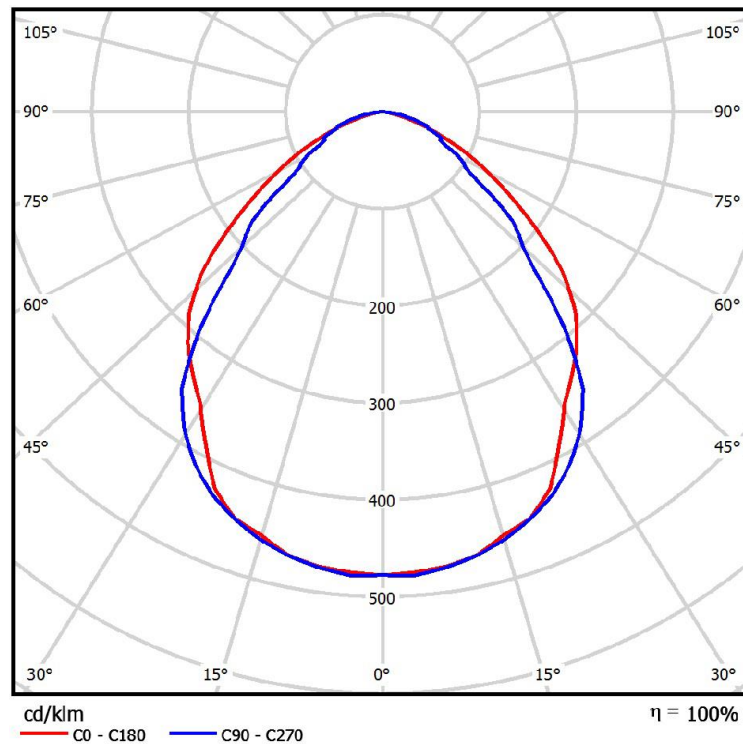


Figura 3.2.4.1.1 – Emisión de luz.

Según normativa la iluminancia media en servicio deberá de ser 500 lux.

Características de la luminaria:

Local 2 / Lista de luminarias

4 Pieza Philips BCS460 W22L124 1xLED48/830 LIN-PC
 N° de artículo:
 Flujo luminoso (Luminaria): 4300 lm
 Flujo luminoso (Lámparas): 4300 lm
 Potencia de las luminarias: 51.0 W
 Clasificación luminarias según CIE: 100
 Código CIE Flux: 62 89 98 100 100
 Lámpara: 1 x LED48/830/- (Factor de corrección 1.000).

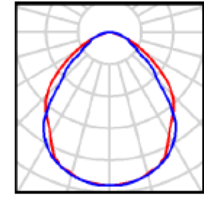


Figura 3.2.4.1.2 – Características luminarias.

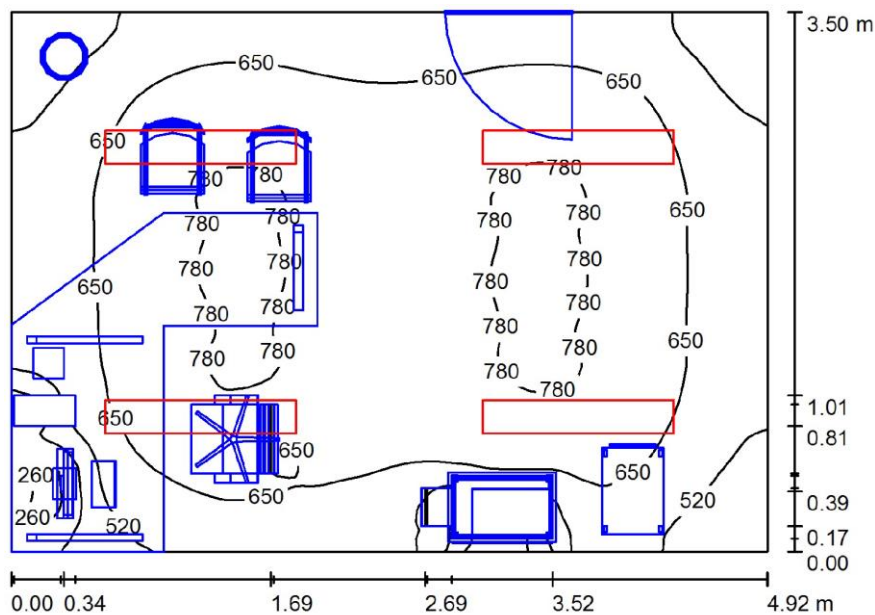


Figura 3.2.4.1.3 - Distribución del flujo luminoso.

En la siguiente tabla con los resultados luminotécnicos vemos que sobrepasamos los 500 lux medidos en el plano útil:

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	657	398	796	0.605
Suelo	54	421	44	663	0.104
Techo	61	205	152	245	0.743
Paredes (4)	61	334	56	580	/

Tabla 3.2.4.1.1 – Resultados luminotécnicos.

Altura del local: 2.800 m, Altura de montaje: 2.800 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:45

Plano útil:

Altura: 0.850 m
Trama: 128 x 128 Puntos
Zona marginal: 0.000 m

Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	4	Philips BCS460 W22L124 1xLED48/830 LIN-PC (1.000)	4300	4300	51.0
Total:			17200	Total: 17200	204.0

Valor de eficiencia energética: $11.85 \text{ W/m}^2 = 1.80 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 17.21 m^2)

Figura 3.2.4.1.4 – Tabla de distribución del flujo luminoso.

El VEEI exigido tiene que ser menor de $4 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$.

El VEEI que hemos obtenido es de $1.8 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$.

Resultado válido.

La lámpara seleccionada cumple con los valores exigidos por la UNE- 12464-1 de Ra.

En cuanto al UGR, la exigencia máxima será de 19 En la siguiente tabla podemos ver que cumplimos con dicha exigencia:

Valoración UGR:

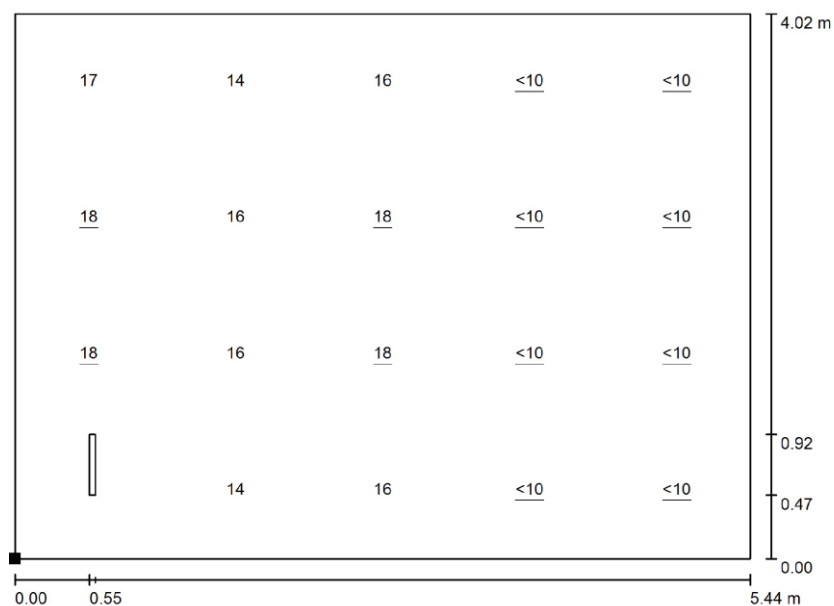


Figura 3.2.4.1.5 – Valores UGR.



Figura 3.2.4.1.6 – Vista 3D oficina.

3.2.4.2 Vestuario femenino

Para esta zona se han seleccionado luminarias Philips WT460C L1300 1xLED23S/840 NB.

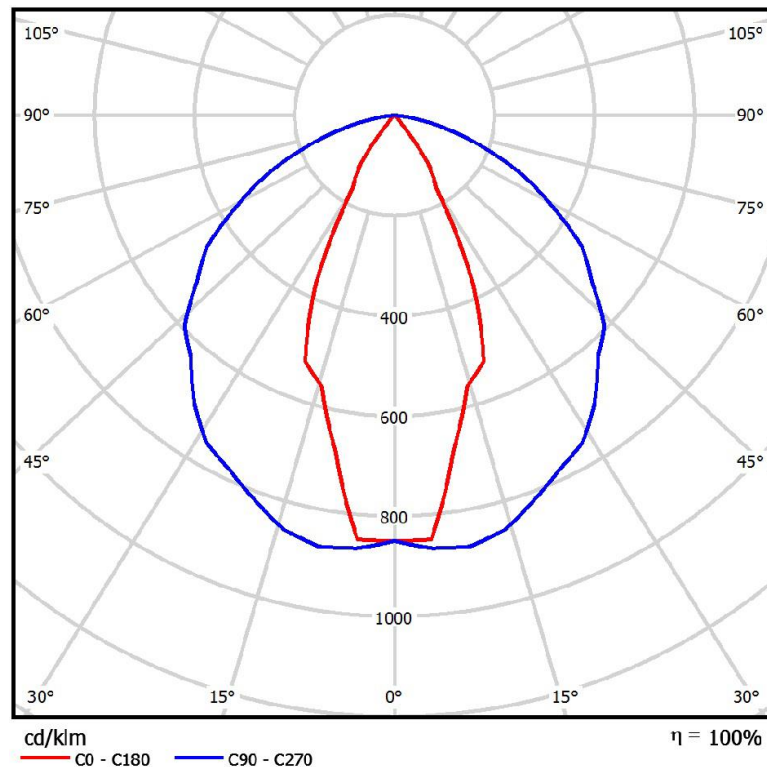


Figura 3.2.4.2.1 – Emisión de luz.

Según normativa la iluminancia media en servicio deberá de ser 200 lux.

Características de la luminaria:

3 Pieza Philips WT460C L1300 1xLED23S/840 NB (Tipo 1)
 N° de artículo:
 Flujo luminoso (Luminaria): 2322 lm
 Flujo luminoso (Lámparas): 2322 lm
 Potencia de las luminarias: 26.0 W
 Clasificación luminarias según CIE: 100
 Código CIE Flux: 75 94 99 100 101
 Lámpara: 1 x Definido por el usuario (Factor de corrección 1.000).

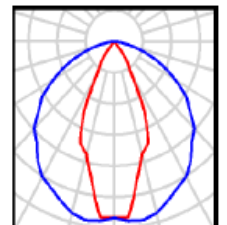


Figura 3.2.4.2.2 – Características luminarias.

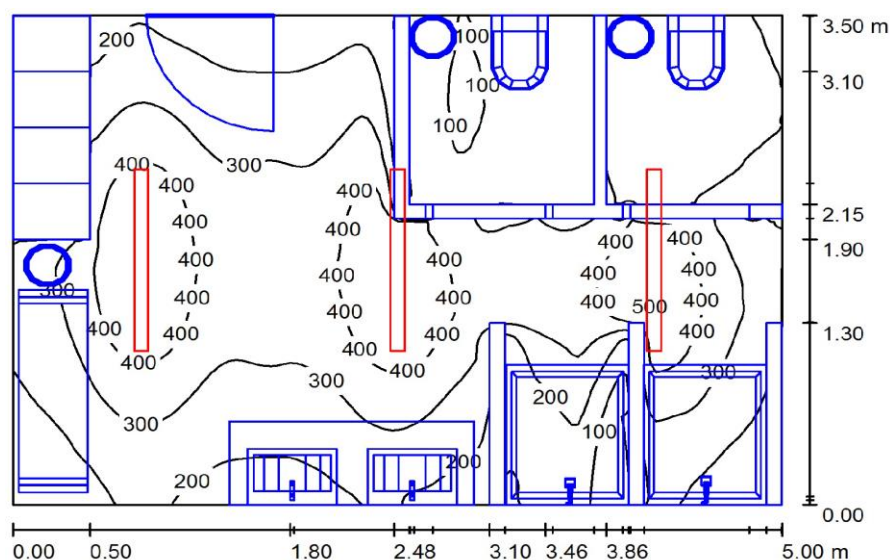


Figura 3.2.4.2.3 - Distribución del flujo luminoso.

En la siguiente tabla con los resultados luminotécnicos vemos que sobrepasamos los 200 lux medidos en el plano útil:

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	256	119,5	505	0.466
Suelo	63	156	2,13	328	0.014
Techo	49	78	39	128	0.495
Paredes (4)	61	84	3,71	239	/

Tabla 3.2.4.2.1 – Resultados luminotécnicos.

Altura del local: 2.800 m, Altura de montaje: 2.800 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:45

Plano útil:

Altura: 0.850 m
Trama: 128 x 128 Puntos
Zona marginal: 0.000 m

Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	3	Philips WT460C L1300 1xLED23S/840 NB (Tipo 1)* (1.000)	2322	2322	26.0
*Especificaciones técnicas modificadas			Total: 6966	Total: 6966	78.0

Valor de eficiencia energética: $4.46 \text{ W/m}^2 = 1.74 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 17.50 m^2)

Figura 3.2.4.2.4 – Tabla de distribución del flujo luminoso.

El VEEI exigido tiene que ser menor de 4 W/m²/100 lx.

El VEEI que hemos obtenido es de 1.74 W/m²/100 lx.

Resultado válido.

La lámpara seleccionada cumple con los valores exigidos por la UNE- 12464-1 de Ra.

En cuanto al UGR, la exigencia máxima será de 25 En la siguiente tabla podemos ver que cumplimos con dicha exigencia:

Valoración UGR:

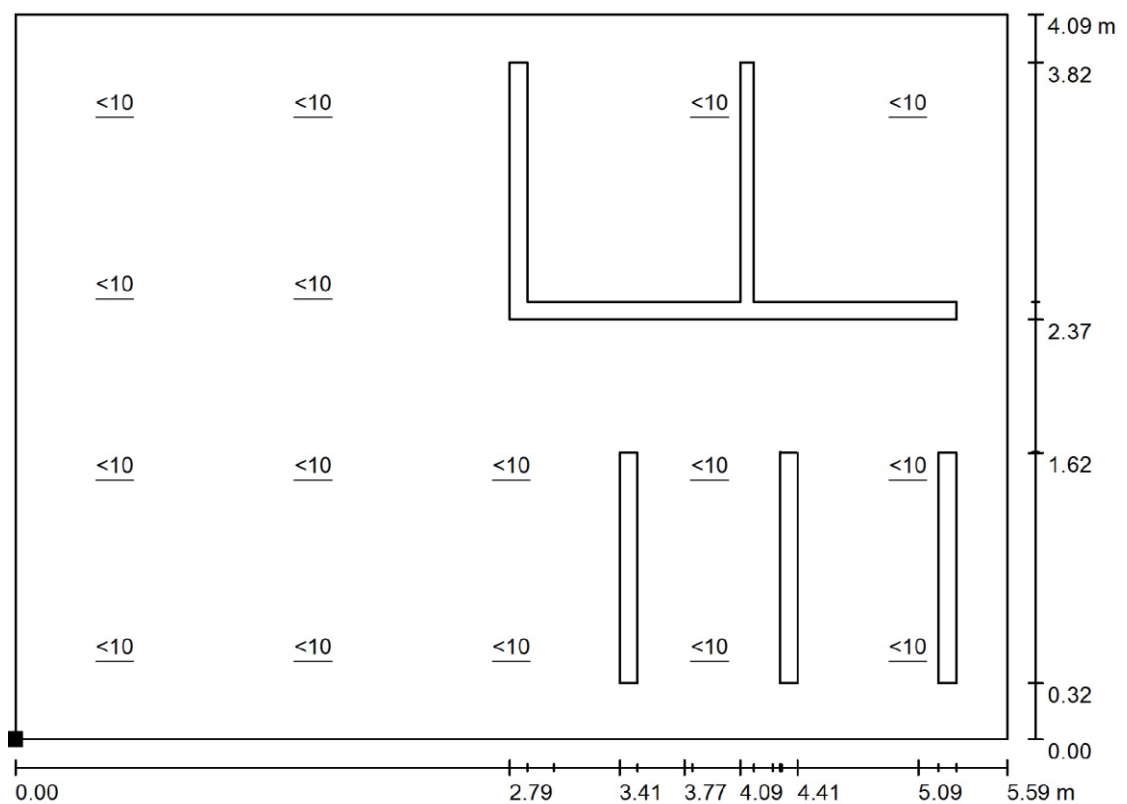


Figura 3.2.4.2.5 – Valores UGR.

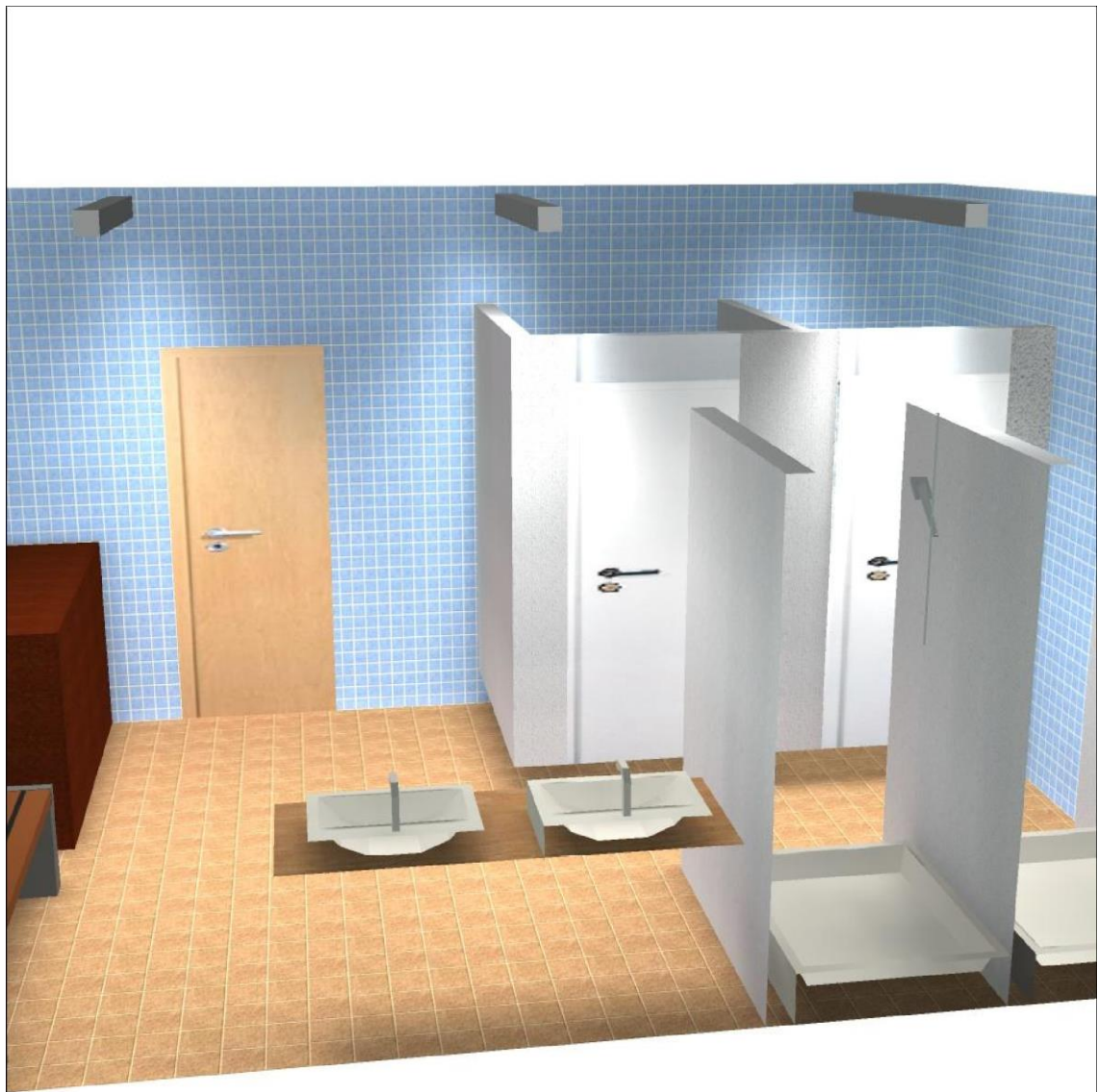


Figura 3.2.4.2.6 – Vista 3D vestuario femenino.

3.2.4.3 Zona de cuadras

Para esta zona se han seleccionado luminarias Philips BPS460 W22L124 1xLED48/830 LIN-PC.

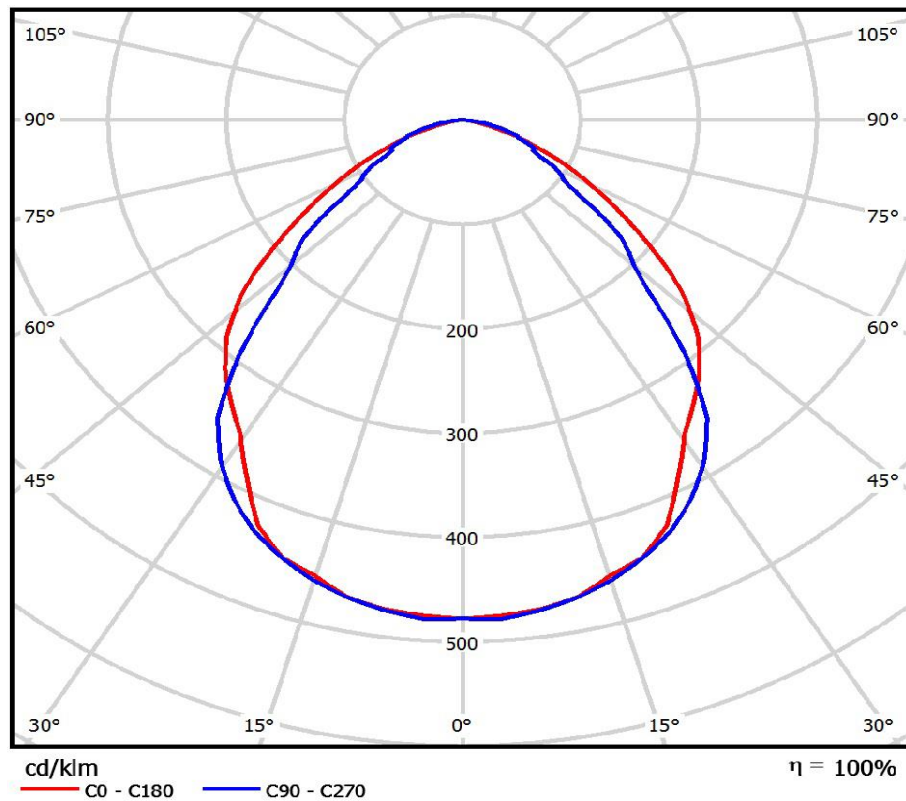


Figura 3.2.4.3.1 – Emisión de luz.

Según normativa la iluminancia media en servicio deberá de ser 50 lux.

Características de la luminaria:

20 Pieza Philips BPS460 W22L124 1xLED48/830 LIN-PC
 N° de artículo:
 Flujo luminoso (Luminaria): 4300 lm
 Flujo luminoso (Lámparas): 4300 lm
 Potencia de las luminarias: 51.0 W
 Clasificación luminarias según CIE: 100
 Código CIE Flux: 62 89 98 100 100
 Lámpara: 1 x LED48/830/- (Factor de corrección 1.000).

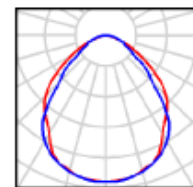


Figura 3.2.4.3.2 – Características luminarias.

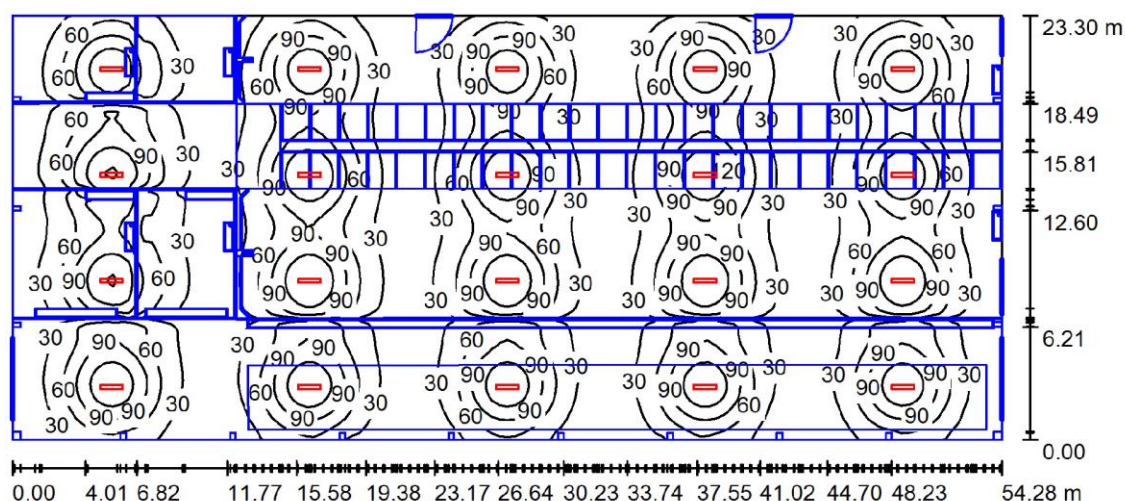


Figura 3.2.4.3.3 - Distribución del flujo luminoso.

En la siguiente tabla con los resultados luminotécnicos vemos que sobrepasamos los 50 lux medidos en el plano útil:

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	57	35,71	154	0.626
Suelo	20	23	0,11	112	0.005
Techo	70	11	6,11	23	0.546
Paredes (4)	50	17	3,95	59	/

Tabla 3.2.4.3.1 – Resultados luminotécnicos.

Altura del local: 5.000 m, Altura de montaje: 4.400 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:389

Plano útil:

Altura: 0.850 m
Trama: 128 x 128 Puntos
Zona marginal: 0.000 m

Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	20	Philips BPS460 W22L124 1xLED48/830 LIN-PC (1.000)	4300	4300	51.0
Total:			86000	86000	1020.0

Valor de eficiencia energética: $0.81 \text{ W/m}^2 = 1.40 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 1263.86 m^2)

Figura 3.2.4.3.4 – Tabla de distribución del flujo luminoso.

El VEEI exigido tiene que ser menor de 4 W/m²/100 lx.

El VEEI que hemos obtenido es de 1.40 W/m²/100 lx.

Resultado válido.

La lámpara seleccionada cumple con los valores exigidos por la UNE- 12464-1 de Ra.

En cuanto al UGR, no tiene exigencia máxima. En la siguiente tabla podemos ver los valores de UGR obtenidos:

Valoración UGR:

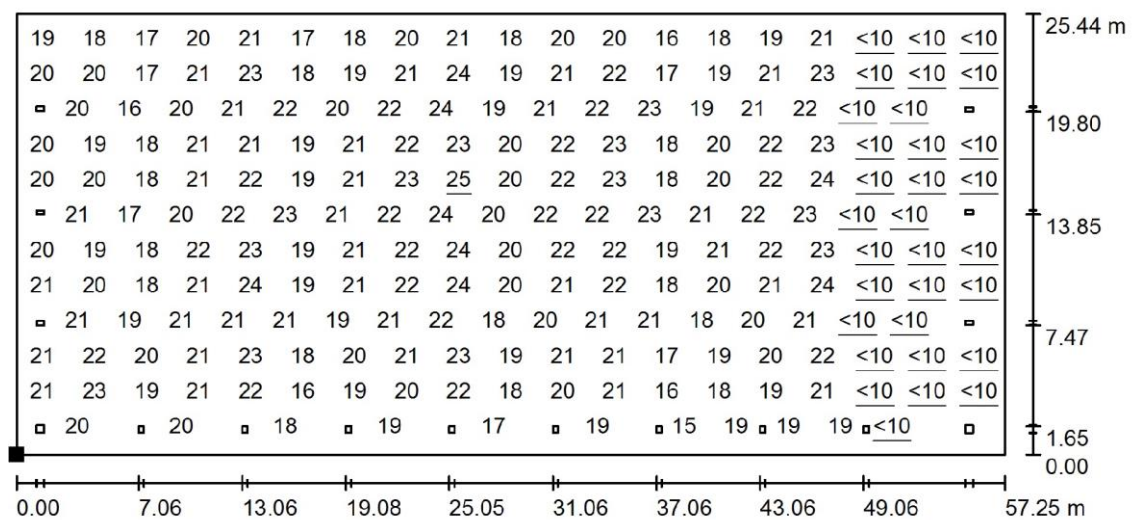


Figura 3.2.4.3.5 – Valores UGR.

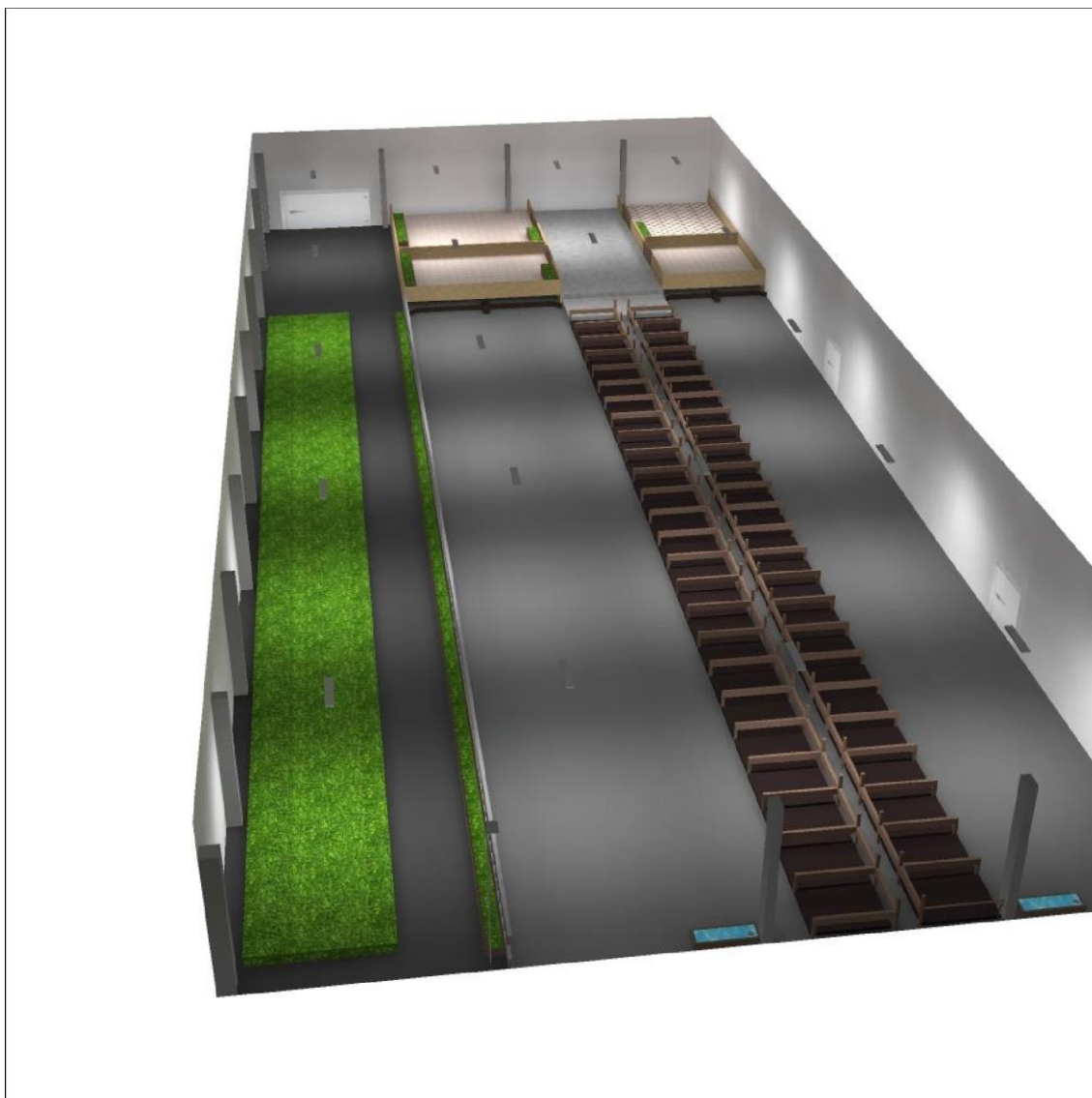


Figura 3.2.4.3.6 – Vista 3D zona de cuadras.

3.2.4.4 Sala de ordeño

Para esta zona se han seleccionado luminarias Philips BPS460 W22L124 1xLED48/830 LIN-PC

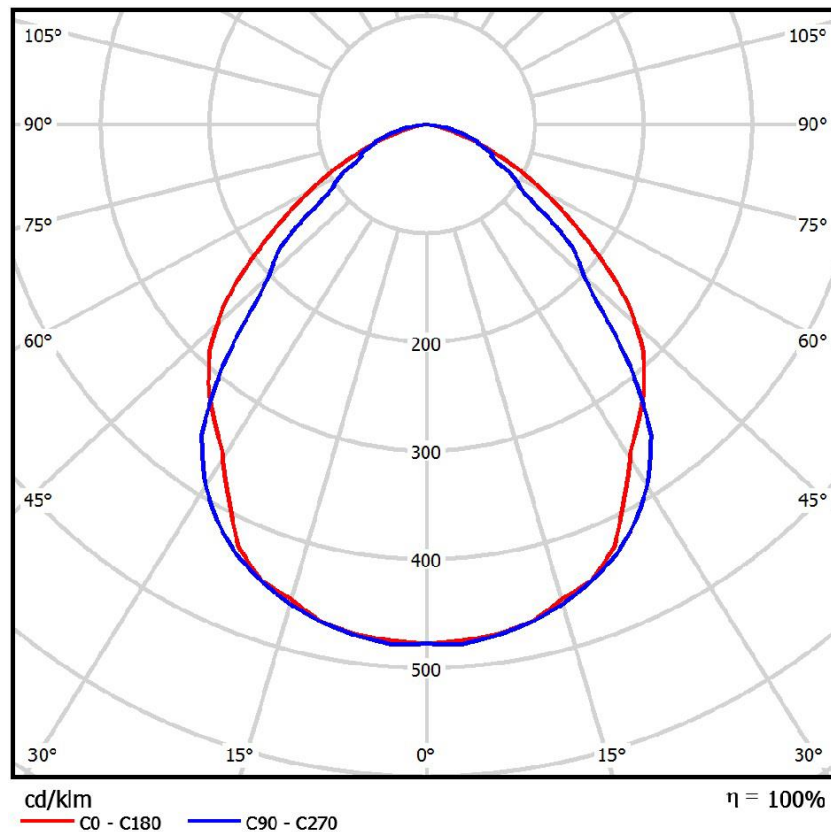


Figura 3.2.4.4.1 – Emisión de luz.

Según normativa la iluminancia media en servicio deberá de ser 200 lux.

Características de la luminaria:

16 Pieza Philips BPS460 W22L124 1xLED48/830 LIN-PC
 N° de artículo:
 Flujo luminoso (Luminaria): 4300 lm
 Flujo luminoso (Lámparas): 4300 lm
 Potencia de las luminarias: 51.0 W
 Clasificación luminarias según CIE: 100
 Código CIE Flux: 62 89 98 100 100
 Lámpara: 1 x LED48/830/- (Factor de corrección 1.000).

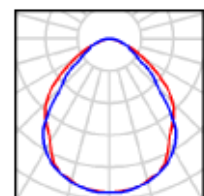


Figura 3.2.4.4.2 – Características luminarias.

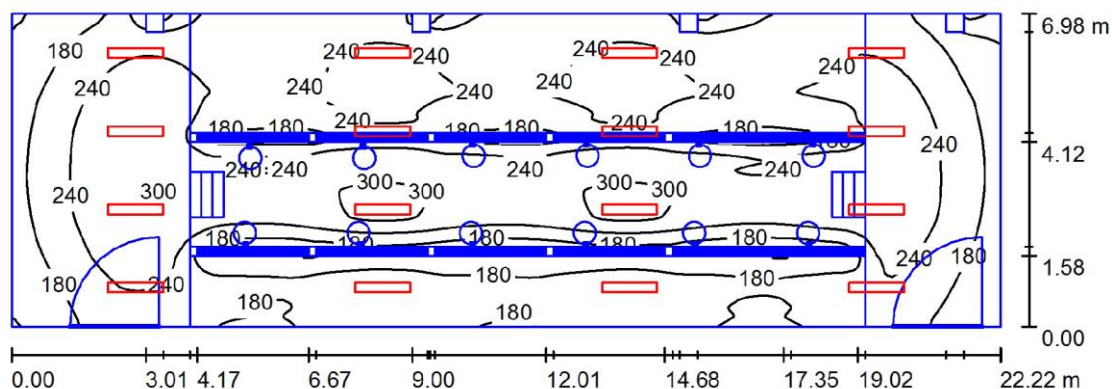


Figura 3.2.4.4.3 - Distribución del flujo luminoso.

En la siguiente tabla con los resultados luminotécnicos vemos que sobrepasamos los 200 lux medidos en el plano útil:

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	220	147,8	318	0.671
Suelo	24	28	0,79	192	0.028
Techo	70	32	19	39	0.611
Paredes (4)	24	69	2,36	405	/

Tabla 3.2.4.4.1 – Resultados luminotécnicos.

Altura del local: 7.000 m, Altura de montaje: 6.400 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:159

Plano útil:

Altura: 2.200 m
Trama: 128 x 128 Puntos
Zona marginal: 0.000 m

Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	16	Philips BPS460 W22L124 1xLED48/830 LIN-PC (1.000)	4300	4300	51.0
			Total: 68800	Total: 68800	816.0

Valor de eficiencia energética: $5.26 \text{ W/m}^2 = 2.38 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 155.19 m^2)

Figura 3.2.4.4.4 – Tabla de distribución del flujo luminoso.

El VEEI exigido tiene que ser menor de 4 W/m²/100 lx.

El VEEI que hemos obtenido es de 2.38 W/m²/100 lx.

Resultado válido.

La lámpara seleccionada cumple con los valores exigidos por la UNE- 12464-1 de Ra.

En cuanto al UGR, la exigencia máxima será de 25 En la siguiente tabla podemos ver que cumplimos con dicha exigencia:

Valoración UGR:

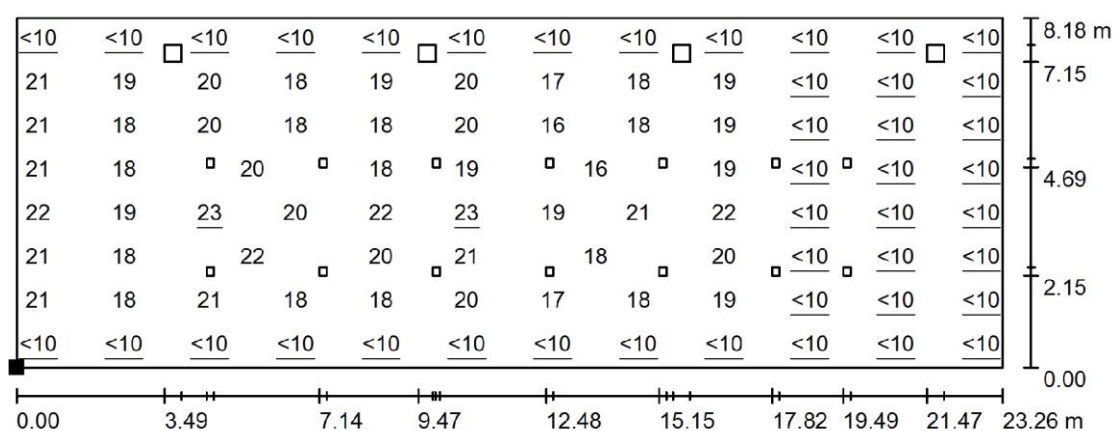


Figura 3.2.4.4.5 – Valores UGR.

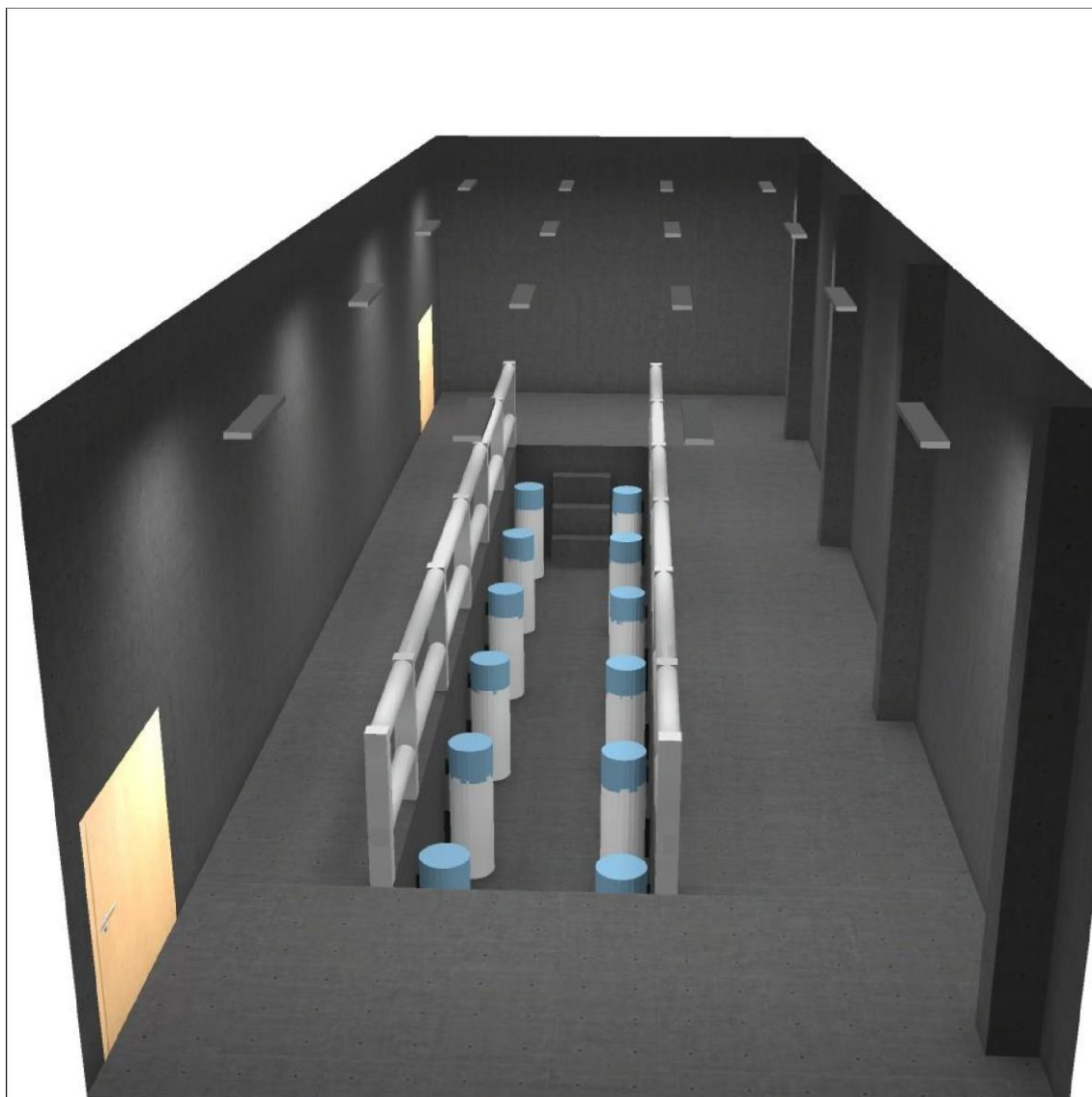


Figura 3.2.4.4.6 – Vista 3D sala ordeño.

3.2.5 CÁLCULOS LUMINOTÉCNICOS

3.2.5.1 Selección de las luminarias

Se ha seleccionado el tipo de alumbrado más conveniente para cada zona, dependiendo del nivel de iluminación requerido, en función de la actividad a realizar en dicha zona. Asimismo se ha tenido en cuenta la calidad de limitación de deslumbramiento directo de cada luminaria y el rendimiento de color de la lámpara más recomendado para una instalación concreta.

3.2.5.2 Iluminación

Para realizar los cálculos se ha usado el programa de cálculo DIALUX 4.11. Todos los cálculos de iluminación se realizarán basándose en el método del flujo, teniendo en cuenta la norma UNE 12464-1 de iluminación y el CTE (Código Técnico de la edificación) Parte 2 DB HE Sección 3, en cuanto a iluminancias de servicio, calidad de la limitación de deslumbramiento directo y grupo de rendimiento de color más recomendado para una instalación concreta. A partir de los datos geométricos del local y de los factores de reflexión (que van en función de los colores de la pared, techo y suelo), se obtienen de tablas, datos como iluminancia media en servicio, calidad de deslumbramiento directo, factor de mantenimiento, factor de utilización, etc.

3.2.5.2.1 Método de los lúmenes

La finalidad de este método es calcular el valor medio en servicio de la iluminancia en un local iluminado con alumbrado general. El proceso a seguir se puede explicar mediante el siguiente diagrama de bloques:

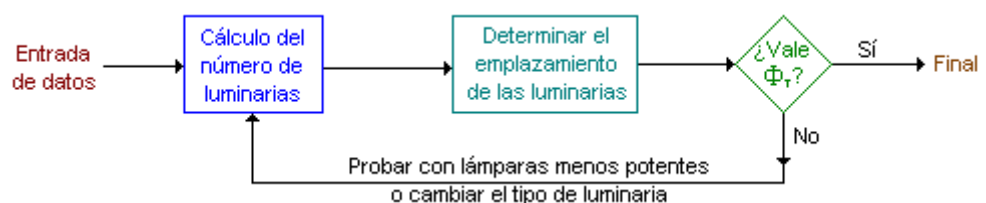


Figura 3.2.5.2.1.1

- Datos de entrada:

- Dimensiones del local y la altura del plano de trabajo (la altura del suelo a la superficie de la mesa de trabajo), normalmente de 0,85 m.

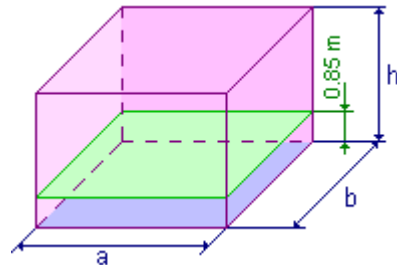


Figura 3.2.5.2.1.2

- Determinar el nivel de iluminancia media (E_m). Este valor depende del tipo de actividad a realizar en el local y podemos encontrarlos tabulados en normas y recomendaciones.
- Escoger el tipo de lámpara (incandescente, fluorescente, HPI...) más adecuada de acuerdo con el tipo de actividad a realizar.
- Escoger el sistema de alumbrado que mejor se adapte a nuestras necesidades y las luminarias correspondientes.
- Determinar la altura de suspensión de las luminarias según el sistema de iluminación escogido.

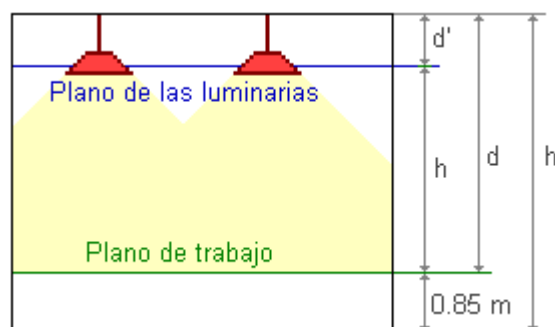


Figura 3.2.5.2.1.3

h : altura entre el plano de trabajo y las luminarias.

h' : altura del local.

d : altura del plano de trabajo al techo.

d' : altura entre el plano de trabajo y las luminarias.

- Calcular el índice del local (k) a partir de la geometría de éste. En el caso del método europeo se calcula como:

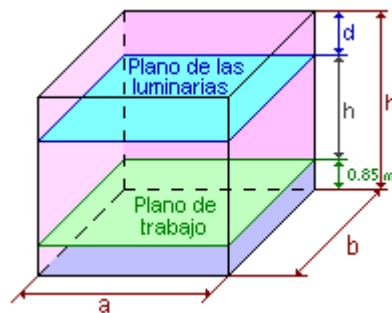


Figura 3.2.6.2.1.4

- Iluminación directa, semi-directa, directa-indirecta y general difusa:

$$K = \frac{a * b}{h * (a + b)} \quad (3.2.5.2.1.1)$$

- Iluminación indirecta y semi-directa:

$$K = \frac{3 * a * b}{2 * (h + 0,85) * (a + b)} \quad (3.2.5.2.1.2)$$

Donde K es un número comprendido entre 1 y 10. A pesar de que se pueden obtener valores mayores de 10 con la fórmula, no se consideran, pues la diferencia entre usar 10 o un número mayor en los cálculos es despreciable.

- Determinar el factor de mantenimiento (f_m) o conservación de la instalación. Este coeficiente dependerá del grado de suciedad ambiental y de la frecuencia de la limpieza del local. Para una limpieza periódica anual podemos tomar los siguientes valores:

Ambiente	Factor de mantenimiento (f_m)
Limpio	0,8
Sucio	0,6

Tabla 3.2.5.2.1.1 – Factor de mantenimiento.

- Rendimiento del local. A partir del índice del local, del grado de reflexión del techo, paredes y plano útil, y según el tipo de iluminación, se halla el rendimiento del local η_R en tablas distintas según la luminaria utilizada. En la siguiente tabla se indica el rendimiento del local para una luminaria con alumbrado directo:

FACTORES DE REFLEXIÓN										
Techo	0,8		0,7				0,5		0,3	
Paredes	0,7		0,7		0,5		0,3	0,3	0,1	0,3
Plano útil	0,3	0,1	0,3	0,1	0,3	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Índice del local	Rendimiento del local									
0,60	0,72	0,66	0,70	0,65	0,58	0,56	0,50	0,55	0,49	0,49
0,80	0,83	0,76	0,81	0,74	0,70	0,66	0,60	0,64	0,59	0,59
1,00	0,91	0,81	0,88	0,80	0,77	0,72	0,66	0,71	0,66	0,65
1,25	0,98	0,87	0,95	0,85	0,85	0,79	0,73	0,77	0,73	0,72
1,50	1,02	0,90	0,99	0,88	0,90	0,82	0,77	0,81	0,76	0,75
2,00	1,01	0,94	1,05	0,94	0,97	0,88	0,83	0,86	0,82	0,81
2,50	1,12	0,97	1,09	0,95	1,02	0,91	0,87	0,89	0,86	0,85
3,00	1,15	0,99	1,11	0,97	1,05	0,93	0,90	0,91	0,89	0,87
4,00	1,19	1,01	1,14	0,99	1,09	0,96	0,94	0,94	0,92	0,90
5,00	1,21	1,02	1,16	1,01	1,12	0,98	0,961	0,96	0,94	0,92

Tabla 3.2.5.2.1.2 – Factores de reflexión.

- Rendimiento de la luminaria η_L :

Es la relación entre el flujo emitido por la luminaria y el total de la lámpara. Lo proporciona el fabricante de la luminaria.

- El rendimiento de la iluminación:

$$\eta = \eta_R * \eta_L \quad (3.2.5.2.1.3)$$

- Cálculos:
 - Cálculo del flujo luminoso total necesario. Para ello aplicaremos la fórmula:

$$\Phi_T = \frac{E \times S}{\eta \times f_m} \quad (3.2.5.2.1.4)$$

Dónde:

- Φ_T = es el flujo luminoso total.
 - E = es la iluminancia media deseada.
 - S = es la superficie del plano de trabajo.
 - η = es el factor de utilización.
 - f_m = es el factor de mantenimiento.
- Cálculo del número de luminarias. Para ello aplicaremos la siguiente fórmula:

$$N = \frac{\Phi_T}{n * \Phi_{Lum}} \quad (3.2.5.2.1.5)$$

Redondeando por exceso, donde:

- N = es el número de luminarias.
 - Φ_T = es el flujo luminoso total.
 - Φ_{Lum} = es el flujo luminoso de una lámpara.
 - n = es el número de lámparas por luminaria.
- Emplazamiento de las luminarias.

Una vez hemos calculado el número mínimo de lámparas y luminarias procederemos a distribuir las sobre la planta del local. En los locales de planta rectangular las luminarias se reparten de forma uniforme en filas paralelas a los ejes de simetría del local según las fórmulas:

$$N_{ancho} = \sqrt{\frac{N_{total} \times ancho}{largo}} \quad N_{ancho} = \sqrt{N_{ancho} \times \left(\frac{largo}{ancho}\right)} \quad (3.2.5.2.1.6)$$

Donde N es número de luminarias.

La distancia máxima de separación entre las luminarias dependerá del ángulo de apertura del haz de luz y de la altura de las luminarias sobre el plano de trabajo.

Mientras más abierto sea el haz y mayor la altura de la luminaria más superficie iluminará aunque será menor el nivel de iluminancia que llegará al plano de trabajo.

De la misma manera, las luminarias próximas a la pared necesitan estar más cerca para iluminarla.

Las conclusiones sobre la separación entre las luminarias las podemos resumir como sigue:

Tipo de luminaria	Altura del local	Distancia máxima entre luminarias
Intensiva	>10 m.	$e \leq 1,2 h.$
Extensiva	6 – 10 m.	$e \leq 1,5 h.$
Semiextensiva	4 – 6 m.	
Extensiva	$\leq 4 m.$	$e \leq 1,6 h.$
Distancia pared-luminaria $e/2$.		

Tabla 3.2.5.2.1.2 – Factores de reflexión.

Si al calcular la posición de las luminarias la distancia de separación es mayor que la distancia máxima admitida quiere decir que la distribución luminosa obtenida no es del todo uniforme.

Esto puede deberse a que la potencia de las lámparas escogida sea excesiva.

En estos casos conviene rehacer los cálculos probando a usar lámparas menos potentes o más luminarias con menos lámparas.

- Comprobación de los resultados.

Por último, nos queda comprobar la validez de los resultados mirando si la iluminancia media obtenida en la instalación diseñada es igual o superior a la recomendada en las tablas.

$$E_m = \frac{n \times \phi_{Lum} \times \eta \times f_m}{S} \geq E_{tablas} \quad (3.2.5.2.1.7)$$

3.2.5.3 Ejemplo ilustrativo

Hemos usado el programa de cálculo DIALUX 4.1.11. Se hará un ejemplo de cálculo de una de las dependencias de forma manual. La dependencia elegida será el almacén:

Sus dimensiones son:

- Largo: 7 m.
- Ancho: 5,57 m.
- Altura útil: 2,8 m.

Factores de reflexión:

- Suelo: 54%.
- Techo: 49%.
- Paredes: 49%.

Nivel de iluminancia media: $E_m = 100$ lux.

Tipo de lámpara: 2x51W.

Tipo de luminaria: Philips BCS460 LED24/840 PSD W16L124 MLO-PC.

Número de lámparas por luminaria: $n = 1$.

Flujo luminoso de una lámpara: $\Phi_L = 4300 \text{ lm}$.

Altura del local: $h' = 2,80 \text{ m}$.

Altura del plano de trabajo al techo: $d = 2 \text{ m}$.

Altura entre el plano de las luminarias y el techo: $d' = 0 \text{ m}$.

- Cálculo del índice del local (iluminación directa):

$$K = \frac{a \times b}{h \times (a + b)} = \frac{7 \times 5,57}{2 \times (7 + 5,57)} = 1,55 \quad (3.2.5.3.1)$$

Factor de utilización: $\eta = 0,90$

Factor de mantenimiento: $f_m = 0,8$

- Rendimiento de la luminaria η_L :

Es la relación entre el flujo emitido por la luminaria y el total de la lámpara. Lo proporciona el fabricante de la luminaria, en nuestro caso $\eta_L = 0,66$.

- Rendimiento de la iluminación:

$$\eta = \eta_R \times \eta_L = 0,9 \times 0,66 = 0,594 \quad (3.2.5.3.2)$$

- Cálculo de flujo luminoso total:

$$\Phi_T = \frac{E \times S}{\eta \times f_m} = \frac{100 \times 7,0 \times 5,57}{0,594 \times 0,8} \approx 8.204 \text{ L/m} \quad (3.2.5.3.3)$$

- Cálculo del número de lámparas:

$$N = \frac{\phi_T}{n \times \phi_L} = \frac{8204}{1 \times 4300} \approx 1,908 \rightarrow \text{colocamos 2 lámparas} \quad (3.2.5.3.4)$$

$$E_m = \frac{N \times \phi_{Lum} \times \eta \times f_m}{S} = \frac{2 \times 4300 \times 0,594 \times 0,80}{7 \times 5,57} = 104,81 \geq E_{tablas}(100) \quad (3.2.5.3.5)$$

Eficiencia energética:

$$VEEI = \frac{P \times 100}{S \times E_m} = 2,4959 \quad (3.2.5.3.6)$$

P = Potencia total instalada de lámparas más equipos auxiliares (W).

S = Superficie iluminada (m²).

E_m = Iluminancia media horizontal (lux).

3.2.6 TABLA RESUMEN

Resumen de los resultados obtenidos en el programa dialux.

Dependencia	Tipo luminaria	Nº	P(W)	Em	UGR	U0	Ra	VEEI
Almacén								
Normativa	-	-	-	100	25	0,6	80	4
Resultado	BCS460	2	51	105	19	0,624	80	2.49
Oficina								
Normativa	-	-	-	500	19	0,6	80	4
Resultado	BCS460	4	51	657	18	0,605	80	1.8
Vestuarios fem.								
Normativa	-	-	-	200	25	0,4	80	4
Resultado	WT460C	3	26	256	10	0,466	80	1.74
Vestuarios masc.								
Normativa	-	-	-	200	25	0,4	80	4
Resultado	WT460C	3	26	256	10	0,466	80	1.74
Baño fem.								
Normativa	-	-	-	200	25	0,4	80	4
Resultado	BBS470	3	11	228	10	0,413	80	3.43
Baño masc.								

Normativa	-	-	-	200	25	0,4	80	4
Resultado	BBS470	3	11	228	10	0,413	80	3.43
Pasillo								
Normativa	-	-	-	100	25	0,4	80	4
Resultado	BCS460	3	51	168	19	0,451	80	2.09
Zona enfriado								
Normativa	-	-	-	200	25	0,6	80	4
Resultado	BPS460	8	51	263	18	0,612	80	2.01
Cuadras								
Normativa	-	-	-	50	-	0,6	80	4
Resultado	BPS460	20	51	57	23	0,626	80	1.40
Sala de ordeño								
Normativa	-	-	-	200	25	0,6	80	4
Resultado	BPS460	16	51	220	23	0,672	80	2.38

Tabla 3.2.6 – Resumen de los resultados obtenidos.

**TÍTULO: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE GRANJA DESTINADA A
VACUNO CON APOORTE DE ENERGÍA RENOVABLE**

ANEXO III: ALUMBRADO DE EMERGENCIA

PETICIONARIO: ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA

AVDA. 19 DE FEBRERO, S/N

15405 - FERROL

FECHA: SEPTIEMBRE 2014

AUTOR: IVÁN GARCÍA REBOREDO

Fdo.: Iván García Reboredo

ANEXO III: ALUMBRADO DE EMERGENCIA	0
3.3.1 OBJETO DEL ANEXO.....	2
3.3.2 DOCUMENTACIÓN USADA	2
3.3.2.1 Alumbrado de seguridad.....	2
3.3.2.2 Alumbrado de evacuación	3
3.3.2.3 Alumbrado ambiente o anti-pánico	3
3.3.2.4 Lugares en que deberá instalarse alumbrado de emergencia	4
3.3.3 CÁLCULO DEL ALUMBRADO DE EMERGENCIA	5
3.3.4 LUMINARIAS Y LÁMPARAS DE EMERGENCIA USADAS	5
3.3.5 RESULTADOS DE LOS CÁLCULOS.....	7
3.3.5.1 Valores de Iluminancia de la granja.....	8
3.3.5.1.1 Almacén.....	8
3.3.5.1.2 Baño femenino	9
3.3.5.1.3 Baño masculino	9
3.3.5.1.4 Cuadra arriba.....	10
3.3.5.1.5 Cuadra abajo	10
3.3.5.1.6 Oficina	11
3.3.5.1.7 Pasillo	11
3.3.5.1.8 Sala ordeño	12
3.3.5.1.9 Zona enfriado	12
3.3.5.1.10 Vestuario femenino.....	13
3.3.5.1.11 Vestuario masculino	14
3.3.6 UBICACIÓN DE LAS LUMINARIAS EN LOS LOCALES.....	14

3.3.1 OBJETO DEL ANEXO

Las instalaciones destinadas a alumbrado de emergencias, tienen por objeto asegurar, en caso de fallo de la alimentación al alumbrado normal, la iluminación en los locales y accesos hasta las salidas, para una eventual evacuación del público o iluminar otros puntos que se señalen la iluminación cuando falla el alumbrado normal.

La alimentación del alumbrado de emergencia será automática con corte breve.

En este Anexo se calculan las luminarias necesarias para obtener los niveles mínimos de iluminación y la relación entre la iluminancia máxima y mínima que debe aportar el alumbrado de emergencia según los reglamentos y normativas vigentes. Además de lo anterior, también se especifica los tipos de luminarias empleadas, su posición por medio de la documentación gráfica y los niveles de iluminancia máxima y mínima así como su relación, en los diferentes planos.

3.3.2 DOCUMENTACIÓN USADA

Para llevar a cabo este anexo se ha usado el RBT 2002 en la ITC-BT-28 y el Código Técnico de la Edificación CTE, en el documento básico SU seguridad de utilización.

3.3.2.1 Alumbrado de seguridad

Es el alumbrado de emergencia previsto para garantizar la seguridad de las personas que evacuen una zona o que tienen que terminar un trabajo potencialmente peligroso antes de abandonar la zona.

El alumbrado estará previsto para entrar en funcionamiento automáticamente cuando se produce el fallo del alumbrado general o cuando la tensión de éste baje a menos del 70% de su valor nominal.

La instalación de este alumbrado será fija y estará provista de fuentes propias de energía.

3.3.2.2 Alumbrado de evacuación

Es la parte del alumbrado de seguridad previsto para garantizar el reconocimiento y la utilización de los medios y rutas de evacuación.

En rutas de evacuación, el alumbrado de evacuación debe proporcionar, a nivel del suelo y en el eje de los pasos principales, una iluminancia horizontal mínima de 1 lux.

En los puntos en los que estén situados los equipos de las instalaciones de protección contra incendios que exijan utilización manual y en los cuadros de distribución del alumbrado, la iluminancia mínima será de 5 lux.

La relación entre la iluminancia máxima y la mínima en el eje de los pasos principales será menor de 40.

El alumbrado de evacuación deberá poder funcionar, cuando se produzca el fallo de la alimentación normal, como mínimo durante una hora, proporcionando la iluminancia prevista.

3.3.2.3 Alumbrado ambiente o anti-pánico

Es la parte del alumbrado de seguridad previsto para evitar todo riesgo de pánico y proporcionar una iluminación ambiente adecuada que permita a los ocupantes identificar y acceder a las rutas de evacuación e identificar obstáculos.

El alumbrado ambiente o anti-pánico debe proporcionar una iluminancia horizontal mínima de 0,5 lux en todo el espacio considerado, desde el suelo hasta una altura de 1 m.

La relación entre la iluminancia máxima y la mínima en todo el espacio considerado será menor de 40.

El alumbrado ambiente o anti-pánico deberá poder funcionar, cuando se produzca

el fallo de la alimentación normal, como mínimo durante una hora, proporcionando la iluminancia prevista.

3.3.2.4 Lugares en que deberá instalarse alumbrado de emergencia

Es obligatorio situar el alumbrado de seguridad en las siguientes zonas de los locales de pública concurrencia:

- En todos los recintos cuya ocupación sea mayor de 100 personas.
- En los aseos generales de planta en edificios de acceso público.
- En los estacionamientos cerrados y cubiertos para más de 5 vehículos, incluidos los pasillos y las escaleras que conduzcan desde aquellos hasta el exterior o hasta las zonas generales del edificio.
- En los locales que alberguen equipos generales de las instalaciones de protección.
- En las salidas de emergencia y en las señales de seguridad reglamentarias.
- En todo cambio de dirección de la ruta de evacuación.
- En toda intersección de pasillos con las rutas de evacuación.
- En el exterior del edificio, en la vecindad inmediata a la salida.
- Cerca de las escaleras, de manera que cada tramo de escaleras reciba una iluminación directa.
- Cerca de cada cambio de nivel.
- Cerca de cada puesto de primeros auxilios.

- Cerca de cada equipo manual destinado a la prevención y extinción de incendios

Los niveles de iluminación establecidos deben obtenerse considerando nulo el factor de reflexión sobre paredes y techos y contemplando un factor de mantenimiento que englobe la reducción del rendimiento luminoso debido a la suciedad de las luminarias y al envejecimiento de las lámparas.

Con el fin de identificar los colores de seguridad de las señales, el valor mínimo del índice de rendimiento cromático Ra de las lámparas será 40.

3.3.3 CÁLCULO DEL ALUMBRADO DE EMERGENCIA

Se elegirán las luminarias de emergencia y se dispondrán en los diferentes locales quedando éstas distribuidas de la forma que se puede observar en la documentación gráfica, cumpliendo siempre las especificaciones de los diferentes reglamentos.

Después usaremos el programa de cálculo EMERLIGHT 4.0 para realizar la distribución, tenemos que calcular para ello la iluminancia máxima, la iluminancia mínima y la relación entre ambas en los diferentes planos de los locales.

Se introducirá en el programa un factor de reflexión sobre paredes y techos del 0%, cumpliendo así con lo indicado en el CTE-SU 4.

El programa EMERLIGHT también comprueba que los resultados del programa cumplen con las exigencias del CTE, por lo que queda demostrado que la elección de las luminarias de emergencia, así como su distribución, es correcta.

3.3.4 LUMINARIAS Y LÁMPARAS DE EMERGENCIA USADAS

Hemos usado luminarias NT 750 Lum 1h para el alumbrado de las rutas de evacuación y salidas, para el alumbrado de los puntos de seguridad y para la

iluminación general.



Figura 3.3.4.1 - NT 750 Lum 1h

- Características de la gama NT
 - Fabricadas según normas de obligado cumplimiento: UNE - EN 60 598.2.22, UNE 20 392 - 93 y REBT 2002.
 - Producto certificado por AENOR, con marca N.
 - Luminarias no permanentes y combinadas.
 - Alimentación: 230 V $\pm 10\%$, 50/60 Hz.
 - IP 65 IK 07, Clase I.
 - Aptas para ser montadas sobre superficies inflamables.
 - Tiempo de carga: 24 horas.
 - Utilizar telemando para:
 - Puesta en reposo.
 - Test de prueba de funcionamiento con tensión de red.
 - Bornas de telemando protegidas contra conexión accidental a 230 V.
 - Protección de red mediante dispositivo electrónico automático (sin fusible).
 - Material de la envolvente auto extingible.
 - Acumuladores de Ni-Cd de alta temperatura.
 - 2 leds de alta luminosidad y larga duración (100.000 horas) de vida media para minimizar el mantenimiento.
 - Cuando los dos leds se apagan simultáneamente, indica:
 - Ausencia de tensión.
 - Los acumuladores no cargan.
 - Material de la base de las luminarias en chapa de embutición.

- 2 entradas para 20 mm de diámetro (1 lateral y 1 superior).
- Suministrada con un tapón y un prensaestopas.
- Características propias de la referencia:
 - Ref.: 618 33.
 - Fluorescente tubo compacto.
 - IP 65.
 - Lúmenes: 750.
 - Autonomía: 1 h.
 - Lámpara de emergencia: PL 11W.

3.3.5 RESULTADOS DE LOS CÁLCULOS

Los resultados obtenidos con el programa de cálculo EMERLIGHT 2.0 para los distintos locales del edificio son los que a continuación se presentan en las diferentes tablas:

Locales	Altura local (m)	Med. (lux)	Mín. (lux)	Máx. (lux)	Mín./Med.	Uniformidad	Med./Máx.
Almacén	2,8	19,7	3,3	43,4	0,17	0,08	0,45
Baño Femenino	2,8	35,3	25,3	44	0,72	0,57	0,8
Baño Masculino	2,8	35,3	25,3	44	0,72	0,57	0,8
Cuadra Arriba	2,8	9,6	1,6	53,2	0,17	0,03	0,18
Cuadra Abajo	2,8	9,9	1,3	38,2	0,13	0,04	0,26
Oficina	2,8	18,2	3,6	42,6	0,2	0,08	0,43
Pasillo	2,8	32	1,8	64,9	0,06	0,03	0,49
Sala Ordeño	2,8	10	1,7	26,7	0,17	0,06	0,38
Vestuario Femenino	2,8	18,6	6,4	35,4	0,35	0,18	0,53
Vestuario Masculino	2,8	18,6	6,4	35,4	0,35	0,18	0,53
Zona Enfriado	2,8	25,2	2,7	42,9	0,18	0,11	0,59

Tabla 3.3.5.1 – Resultados obtenidos en el programa EMERLIGHT

3.3.5.1 Valores de Iluminancia de la granja

3.3.5.1.1 Almacén

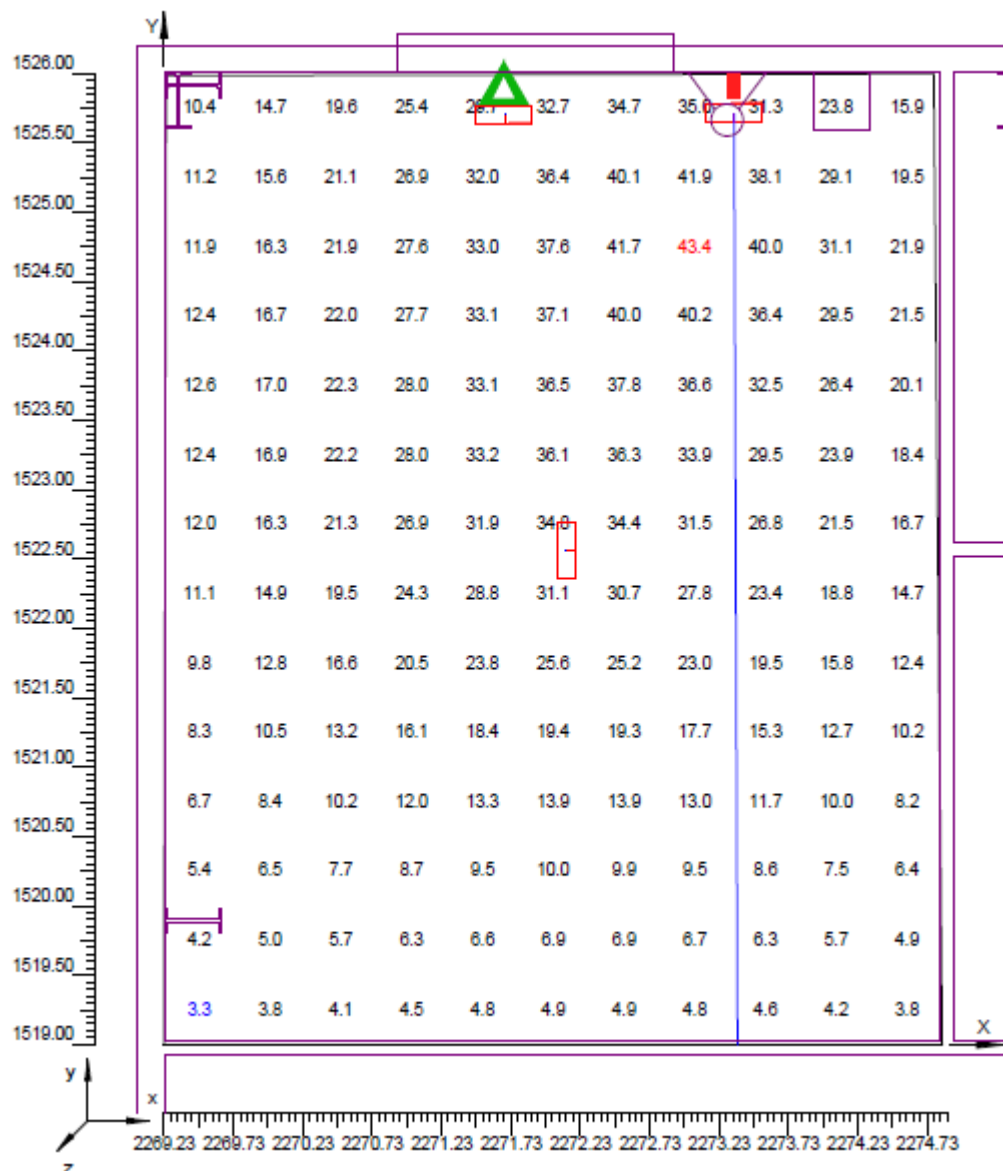


Figura 3.3.5.1.1.1 - Iluminancia almacén

3.3.5.1.2 Baño femenino

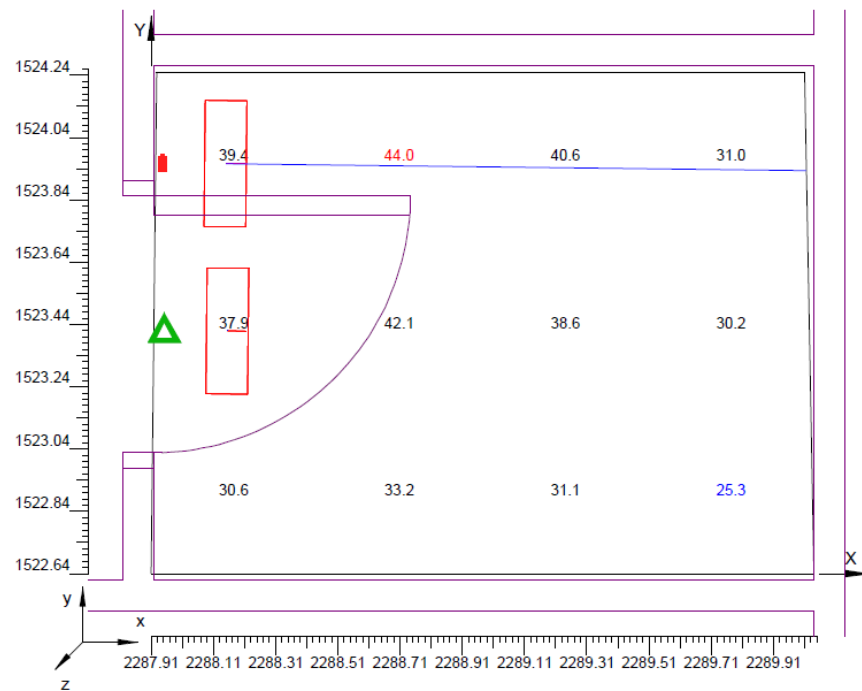


Figura 3.3.5.1.2.1 - Iluminancia baño femenino

3.3.5.1.3 Baño masculino

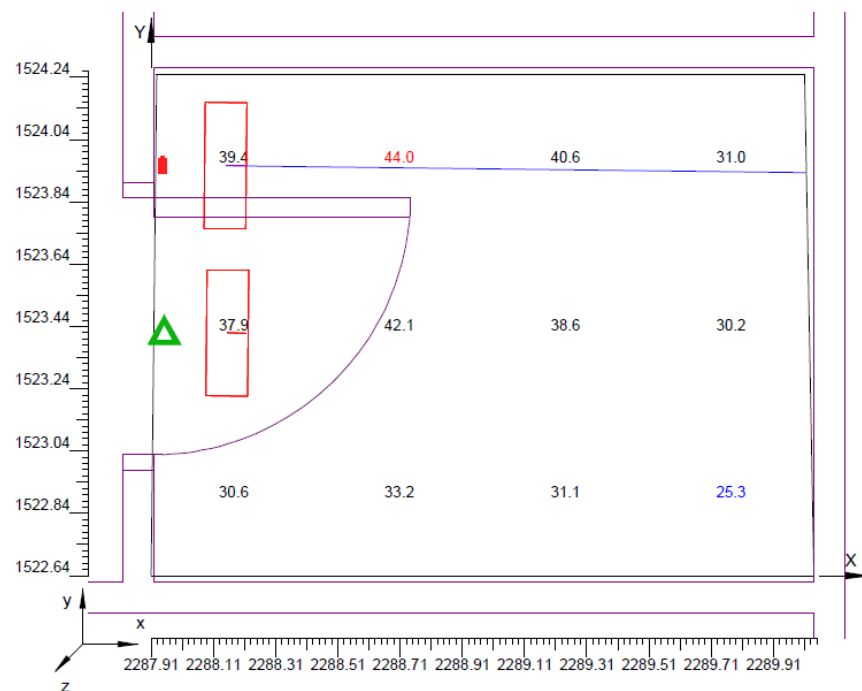


Figura 3.3.5.1.3.1 - Iluminancia baño masculino

3.3.5.1.4 Cuadra arriba

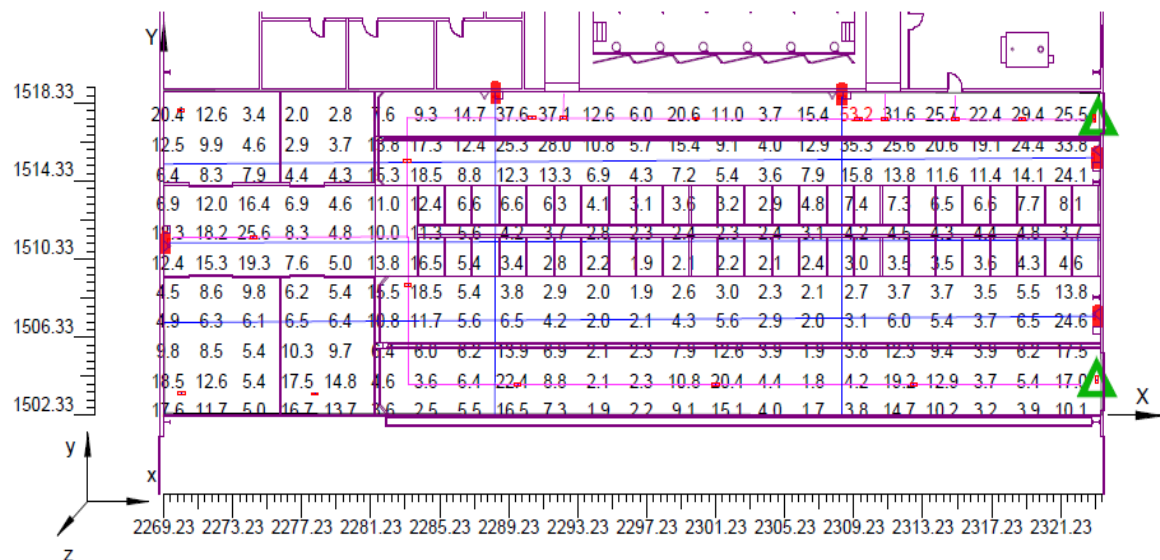


Figura 3.3.5.1.4.1 - Iluminancia cuadra arriba

3.3.5.1.5 Cuadra abajo

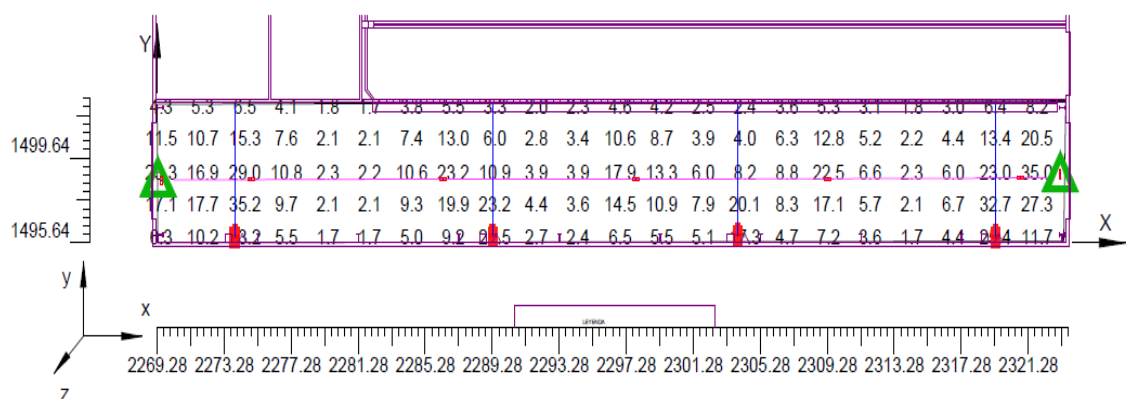


Figura 3.3.5.1.5.1 - Iluminancia cuadra abajo

3.3.5.1.6 Oficina

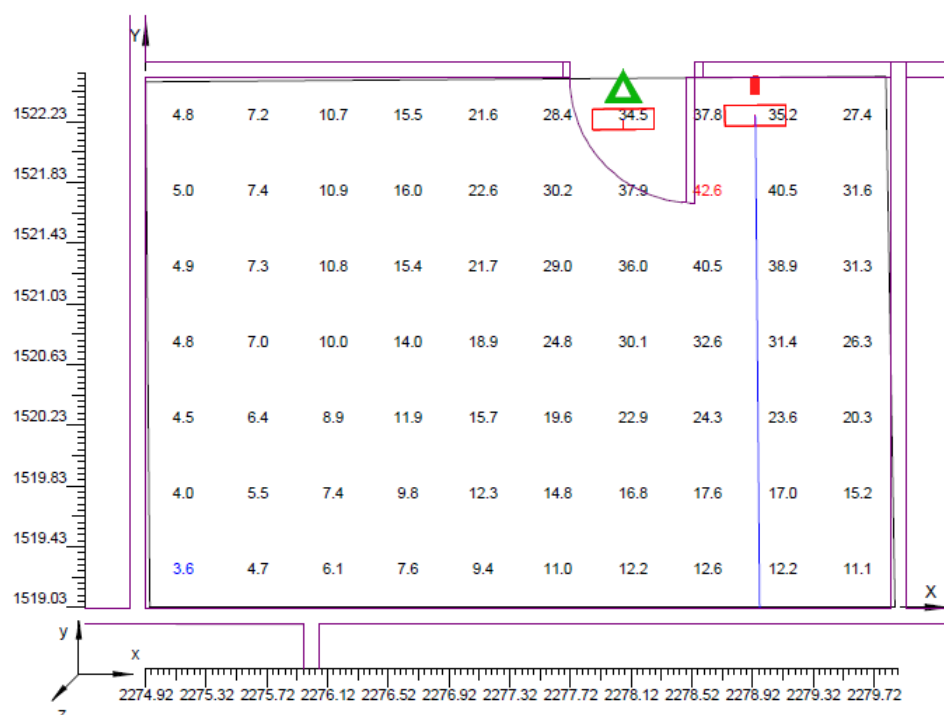


Figura 3.3.5.1.6.1 - Iluminancia oficina

3.3.5.1.7 Pasillo

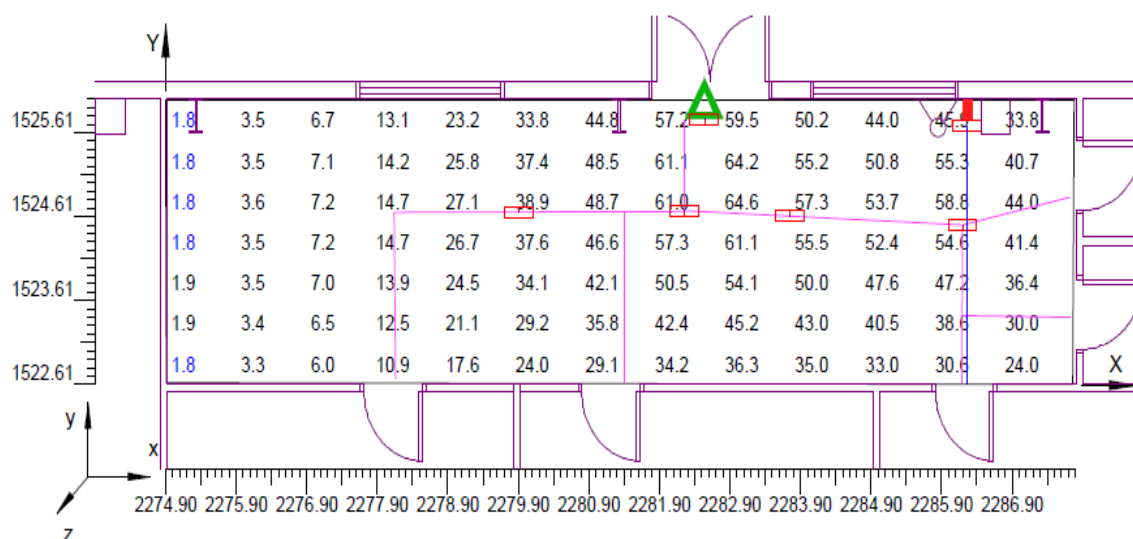


Figura 3.3.5.1.7.1 - Iluminancia pasillo

3.3.5.1.8 Sala ordeño

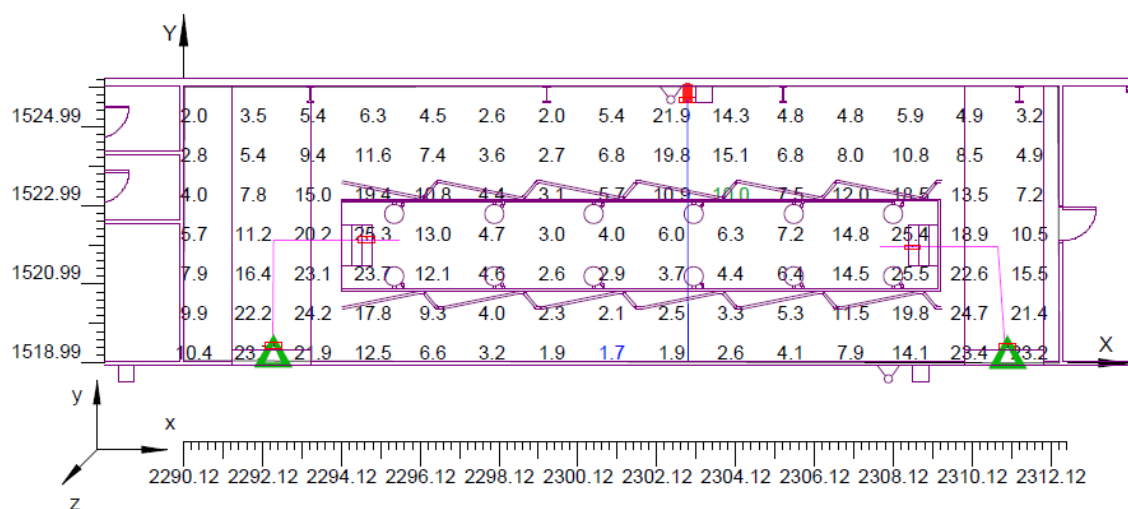


Figura 3.3.5.1.8.1 - Iluminancia sala ordeño

3.3.5.1.9 Zona enfriado

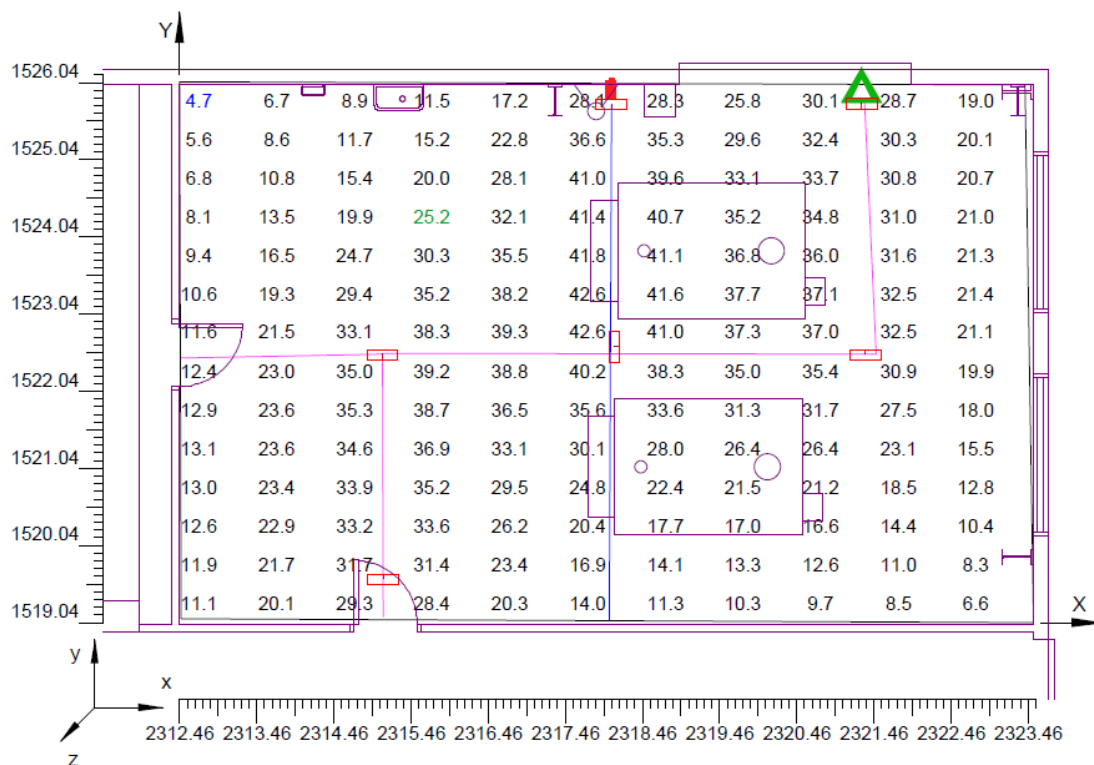


Figura 3.3.5.1.9.1 - Iluminancia zona enfriado

3.3.5.1.10 Vestuario femenino

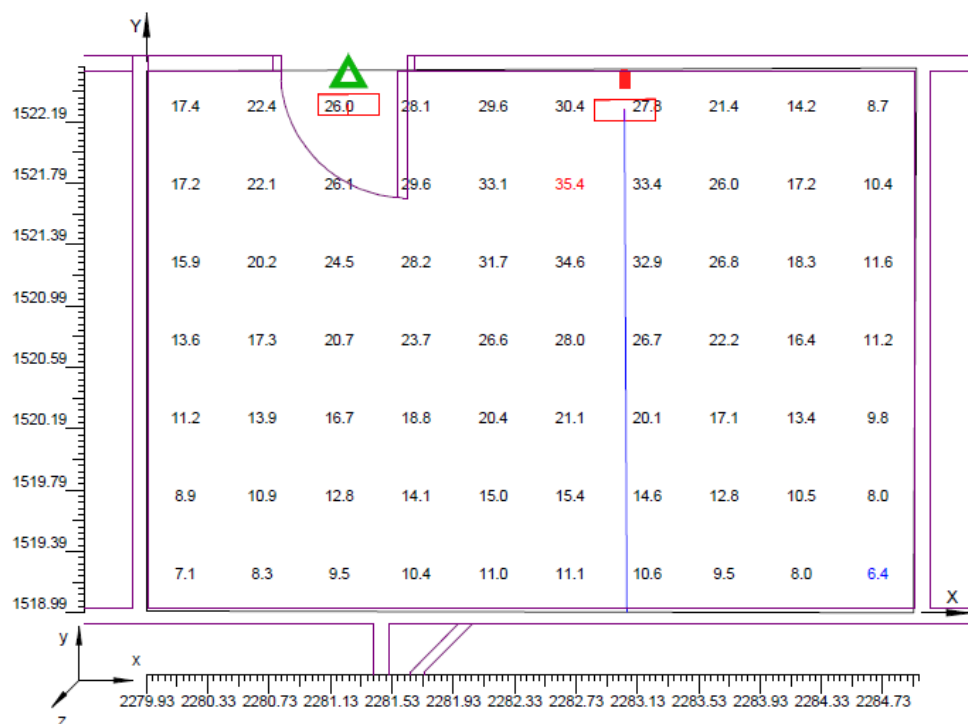


Figura 3.3.5.1.10.1 - Iluminancia vestuario femenino

3.3.5.1.11 Vestuario masculino

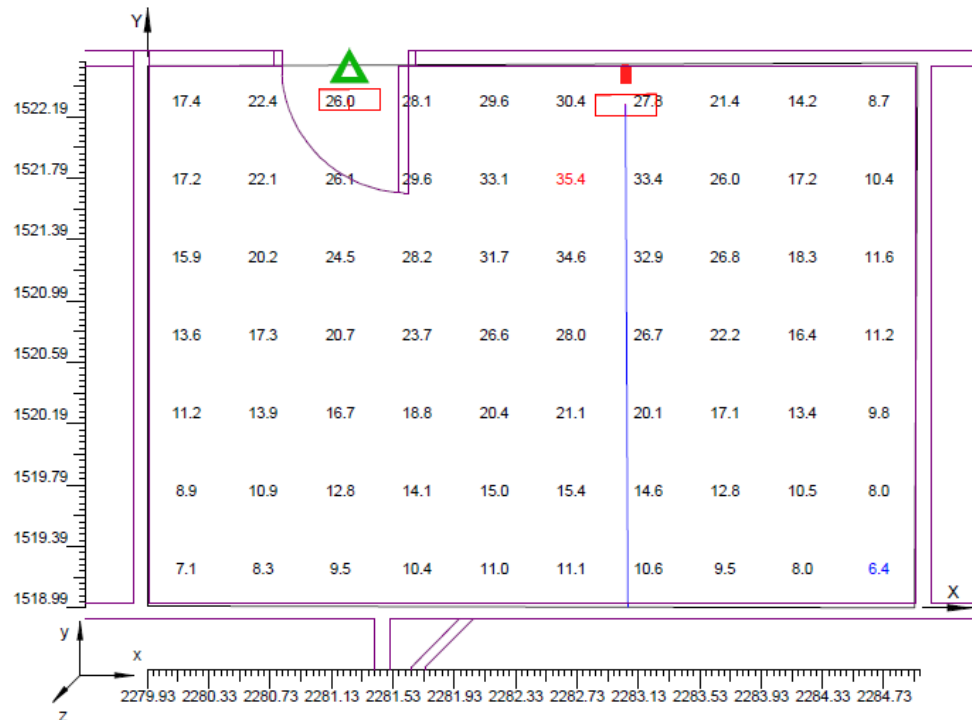


Figura 3.3.5.1.11.1 - Iluminancia vestuario masculino

3.3.6 UBICACIÓN DE LAS LUMINARIAS EN LOS LOCALES

En las siguientes tablas, se nombran las luminarias de cada local conforme a lo especificado en la documentación gráfica para así facilitar la correcta colocación de las luminarias de emergencia en la obra:

- L.R.E.S. → Luminarias para la señalización de rutas de evacuación y salidas.
- L.S.P.S. → Luminarias para la señalización de puntos de seguridad.
- L.I.G. → Luminarias para la iluminación general.

Locales	Luminarias	Colocación		Altura colocación (m)
		Techo	Pared	
Almacén	L.R.E.S.	X		2,8
	L.S.P.S.		X	1,8
	L.I.G.	X		2,8
Baño Femenino	L.R.E.S.	X		2,8
	L.I.G.	X		2,8
Baño Masculino	L.R.E.S.	X		2,8
	L.I.G.	X		2,8
Cuadra Arriba	L.R.E.S.	X		2,8
	L.S.P.S.		X	1,8
	L.I.G.	X		2,8
Cuadra Abajo	L.R.E.S.	X		2,8
	L.S.P.S.		X	1,8
	L.I.G.	X		2,8
Oficina	L.R.E.S.	X		2,8
	L.I.G.	X		2,8
Pasillo	L.R.E.S.	X		2,8
	L.S.P.S.		X	1,8
	L.I.G.	X		2,8
Sala Ordeño	L.R.E.S.	X		2,8
	L.S.P.S.		X	1,8
	L.I.G.	X		2,8
Vestuario Femenino	L.R.E.S.	X		2,8
	L.I.G.	X		2,8
Vestuario Masculino	L.R.E.S.	X		2,8
	L.I.G.	X		2,8

Zona Enfriado	L.R.E.S.	X		2,8
	L.S.P.S.		X	1,8
	L.I.G.	X		2,8

Tabla 3.3.6.1 - Ubicación de la luminarias

**TÍTULO: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE GRANJA DESTINADA A
VACUNO CON APOORTE DE ENERGÍA RENOVABLE**

ANEXO IV: SISTEMA CONTRAINCENDIOS

**PETICIONARIO: ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA
AVDA. 19 DE FEBRERO, S/N
15405 – FERROL**

FECHA: SEPTIEMBRE 2014

AUTOR: IVAN GARCIA REBOREDO

Fdo.: Iván García Reboredo

ANEXO IV: SISTEMA CONTRAINCENDIOS.....	1
3.4 SISTEMA CONTRAINCENDIOS	5
3.4.1 OBJETO DEL ANEXO	5
3.4.2 ÁMBITO DE APLICACIÓN	5
3.4.3 COMPATIBILIDAD REGLAMENTARIA	6
3.4.4 CONFIGURACIÓN Y CÁLCULO DEL NIVEL DE RIESGO DE LA GRANJA	7
3.4.4.1 Caracterización de los establecimientos industriales.....	7
3.4.4.2 Densidad de carga de fuego, ponderada y corregida, del sector o área de incendio	11
3.4.4.3 Densidad de carga de fuego para actividades de almacenamiento.....	13
3.4.4.4.1 Densidad de carga de fuego para toda la granja	14
3.4.5 REQUISITOS CONSTRUCTIVOS DE LOS ESTABLECIMIENTOS INDUSTRIALES SEGÚN SU CONFIGURACIÓN, UBICACIÓN Y NIVEL DE RIESGO INTRÍNSECO.....	15
3.4.5.1 Fachadas accesibles	15
3.4.5.2 Condiciones del entorno de los edificios	16
3.4.5.3 Condiciones de aproximación de edificios	16
3.4.6 UBICACIONES NO PERMITIDAS DE SECTORES DE INCENDIO CON ACTIVIDAD INDUSTRIAL	17
3.4.7 MATERIALES	17
3.4.8 EVACUACIÓN DE LOS ESTABLECIMIENTOS INDUSTRIALES	17
3.4.8.1 Evacuación de los edificios industriales de tipo C.....	18
3.4.8.1.1 Elementos de evacuación	18
3.4.8.1.2 Número y disposición de las salidas	19
3.4.8.1.3 Dimensionamiento de salidas, pasillos y escaleras	20
3.4.8.1.3.1 Criterios para la asignación de los ocupantes.....	20
3.4.8.1.4 Características de las puertas.....	22

3.4.8.1.5 Características de los pasillos.....	23
3.4.8.1.6 Señalización e iluminación.....	23
3.4.9 INSTALACIONES TÉCNICAS DE SERVICIO	25
3.4.10 REQUISITOS DE LAS INSTALACIONES DE PROTECCIÓN CONTRAINCENDIOS.....	25
3.4.10.1 Sistemas manuales de alarma de incendios.....	25
3.4.10.2 Sistemas de Comunicación de Alarma	26
3.4.10.3 Sistemas de hidratantes exteriores.....	26
3.4.10.4 Extintores de incendio.....	27
3.4.10.5 Sistemas de bocas de incendio equipadas	29
3.4.10.6 Sistemas de rociadores automáticos de agua	29
3.4.10.7 Sistemas de alumbrado de emergencia.....	29
3.4.10.8 Señalización.....	30
3.4.11 ZONA ADMINISTRATIVA.....	30
3.4.11.1 OBJETO DEL ANEXO	30
3.4.11.2 ÁMBITO DE APLICACIÓN.....	31
3.4.11.3 PROPAGACIÓN INTERIOR	31
3.4.11.3.1 Compartimentación en sectores de incendio	31
3.4.11.3.2 Locales y zonas de riesgo especial	32
3.4.11.3.3 Reacción al fuego de los elementos constructivos, decorativos y de mobiliario	32
3.4.11.4 PROPAGACIÓN EXTERIOR	33
3.4.11.4.1 Medianerías y fachadas.....	33
3.4.11.4.2 Cubiertas.....	33
3.4.11.5 EVACUACIÓN DE OCUPANTES	34
3.4.11.5.1 Cálculo de ocupación.....	34
3.4.11.5.2 Número de salidas y longitud de los recorridos de evacuación	34
3.4.11.5.3 Dimensionado de los medios de evacuación	34

3.4.11.5.4 Cálculo	34
3.4.11.5.5 Puertas situadas en los recorridos de evacuación	36
3.4.11.5.6 Señalización de los medios de evacuación	37
3.4.11.5.7 Control del humo de incendio	39
3.4.11.6 DETECCIÓN, CONTROL Y EXTINCIÓN DE INCENDIO	40
3.4.11.6.1 Dotación de instalaciones de protección contra incendios	40
3.4.11.7 INTERVENCIÓN DE BOMBEROS	42
3.4.11.7.1 Condiciones de aproximación y entorno	42
3.4.11.7.1.1 Aproximación a los edificios	42
3.4.11.7.1.2 Accesibilidad por fachada	42
3.4.12 REGLAMENTO DE INSTALACIONES DE PROTECCIÓN CONTRAINCENDIOS	43
3.4.12.1 Objeto y ámbito de aplicación	43
3.4.12.2 Características e instalación de los aparatos, equipos y sistemas de protección contraincendios	43

3.4 SISTEMA CONTRAINCENDIOS

3.4.1 OBJETO DEL ANEXO

Este anexo tiene por objeto establecer y definir los requisitos que deben satisfacer y las condiciones que deben cumplir los establecimientos e instalaciones de uso industrial para su seguridad en caso de incendio, para prevenir su aparición y para dar la respuesta adecuada, en caso de producirse, limitar su propagación y posibilitar su extinción, con el fin de anular o reducir los daños o pérdidas que el incendio pueda producir a personas o bienes.

Las actividades de prevención del incendio tendrán como finalidad limitar la presencia del riesgo de fuego y las circunstancias que pueden desencadenar el incendio.

Las actividades de respuesta al incendio tendrán como finalidad controlar o luchar contra el incendio, para extinguirlo, y minimizar los daños o pérdidas que pueda generar.

3.4.2 ÁMBITO DE APLICACIÓN

El ámbito de aplicación de este anexo son los establecimientos industriales. Se entenderán como tales:

- a) Las industrias, tal como se definen en el artículo 3.1 de la Ley 21/1992, de 16 de julio, de Industria.
- b) Los almacenamientos industriales.
- c) Los talleres de reparación y los estacionamientos de vehículos destinados al servicio de transporte de personas y transporte de mercancías.
- d) Los servicios auxiliares o complementarios de las actividades comprendidas en los párrafos anteriores.

3.4.3 COMPATIBILIDAD REGLAMENTARIA

Cuando en un establecimiento industrial coexistan con la actividad industrial otros usos con la misma titularidad, para los que sea de aplicación el Código Técnico de la Edificación: condiciones de protección contra incendios, o una normativa equivalente, los requisitos que deben satisfacer los espacios de uso no industrial serán los exigidos por dicha normativa cuando superen los límites indicados a continuación:

- a) Zona comercial: superficie construida superior a 250 m².
- b) Zona administrativa: superficie construida superior a 250 m².
- c) Salas de reuniones, conferencias, proyecciones: capacidad superior a 100 personas sentadas.
- d) Archivos: superficie construida superior a 250 m² o volumen superior a 750 m³.
- e) Bar, cafetería, comedor de personal y cocina: superficie construida superior a 150 m² o capacidad para servir a más de 100 comensales simultáneamente.
- f) Biblioteca: superficie construida superior a 250 m².
- g) Zonas de alojamiento de personal: capacidad superior a 15 camas.

En este caso las dimensiones de todas las zonas son inferiores a los valores establecidos, de modo que será de aplicación el Reglamento de Seguridad contra Incendios en los Edificios Industriales (RD 2267/2004 de 3 de diciembre). Será necesario aplicar también el Documento Básico (DB) de Seguridad en caso de Incendio (SI) (anexo contraincendios de zona administrativa) en los casos a los cuales el Reglamento de Seguridad contra Incendios en los Edificios Industriales (RD 2267/2004 de 3 de diciembre) haga referencia a la Norma Básica de

Edificación (NBE), la cual actualmente se encuentra substituida por el Código Técnico de la Edificación (CTE).

3.4.4 CONFIGURACIÓN Y CÁLCULO DEL NIVEL DE RIESGO DE LA GRANJA

3.4.4.1 Caracterización de los establecimientos industriales

Los establecimientos industriales se caracterizarán por:

- a) Su configuración y ubicación con relación a su entorno.
- b) Su nivel de riesgo intrínseco.

Según el Anexo I (Caracterización de los establecimientos industriales en relación con la seguridad contra incendios), apartado 2 (Características de los establecimientos industriales por su configuración y ubicación con relación a su entorno) del Reglamento de Seguridad contra Incendios en los Edificios Industriales, obtenemos que el edificio objeto es de Tipo C. Por cumplir las siguientes condiciones:

TIPO C: el establecimiento industrial ocupa totalmente un edificio, o varios, en su caso, que está a una distancia mayor de tres metros del edificio más próximo de otros establecimientos. Dicha distancia deberá estar libre de mercancías combustibles o elementos intermedios susceptibles de propagar el incendio.

La granja está ubicada en un edificio que tiene las siguientes características:

- Tipo de edificio: Tipo C

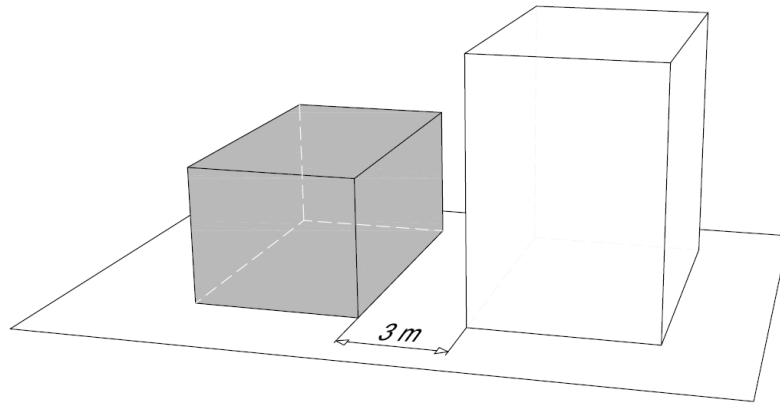


Figura 3.3.4.1.1 – Edificio tipo C

- Superficie granja: $1671,4959 \text{ m}^2$
- Número total de plantas: 1
- Altura máxima de evacuación ascendente: 0 m
- Altura máxima de evacuación descendente: 3,10 m (2,8 m de altura + 0,30 m de placa)
- Ocupación total del edificio: 88 personas
- Densidad de carga de fuego : $487,9179 \text{ MJ/m}^2$
- Nivel de riesgo intrínseco: Riesgo bajo (2)

3.4.4.2 EVALUACIÓN DEL NIVEL INTRÍNSECO DE CADA SECTOR O ÁREA DE INCENDIO

Conforme al apartado 3 (Caracterización de los establecimientos industriales por su nivel de riesgo intrínseco) del Anexo I, del Reglamento de Seguridad contra Incendios en los Edificios Industriales (RD 2267/2004 de 3 de diciembre), se ha aplicado la siguiente fórmula para el cálculo del Nivel de Riesgo Intrínseco de cada sector o área de incendio.

Para los tipos A, B y C se considera "sector de incendio" el espacio del edificio cerrado por elementos resistentes al fuego durante el tiempo que se establezca en cada caso.

Con la siguiente tabla calcularemos el grado de peligrosidad de los combustibles de nuestra granja:

VALORES DEL COEFICIENTE DE PELIGROSIDAD POR COMBUSTIBILIDAD		
ALTA	MEDIA	BAJA
<ul style="list-style-type: none"> - Líquidos clasificados como clase A en la ITC MIE-APQ1 - Líquidos clasificados como subclase B1, en la ITC MIE-APQ1. - Sólidos capaces de iniciar su combustión a una temperatura inferior a 100 °C. - Productos que pueden formar mezclas explosivas con el aire a temperatura ambiente. - Productos que pueden iniciar 	<ul style="list-style-type: none"> - Líquidos clasificados como subclase B2 en la ITC MIE-APQ1. - Líquidos clasificados como clase C en la ITC MIE-APQ1. - Sólidos que comienzan su ignición a una temperatura comprendida entre 100 °C y 200 °C. - Sólidos que emiten gases inflamables. 	<ul style="list-style-type: none"> - Líquidos clasificados como clase D en la ITC MIE-APQ1. - Sólidos que comienzan su ignición a una temperatura superior a 200 °C.

combustión espontánea en el aire a temperatura ambiente.		
C = 1,60	C = 1,30	C = 1,00

Tabla 3.4.4.2.1 – Tabla 1.1 del Reglamento Contra Incendios

Evaluada la densidad de fuego, ponderada y corregida, de un sector de incendio (Qs), de un edificio industrial (Qe), o de un establecimiento industrial (QE), se aplica la siguiente tabla, para determinar el Nivel de Riesgo Intrínseco.

Nivel de riesgo intrínseco	Densidad de carga de fuego ponderada y corregida intrínseco		
		Mcal/m ²	MJ/m ²
BAJO	1	QS ≤ 100	QS ≤ 425
	2	100 < QS ≤ 200	425 < QS ≤ 850
MEDIO	3	200 < QS ≤ 300	850 < QS ≤ 1275
	4	300 < QS ≤ 400	1275 < QS ≤ 1700
	5	400 < QS ≤ 800	1700 < QS ≤ 3400
ALTO	6	800 < QS ≤ 1600	3400 < QS ≤ 6800
	7	1600 < QS ≤ 3200	6800 < QS ≤ 13600
	8	3200 < QS	13600 < QS

Tabla 3.4.4.2.2 – Tabla 1.3 del Reglamento Contra Incendios

Además tendremos que comprobar, que cumplimos el apartado 2 del Anexo II del Reglamento, el cual nos dice la máxima superficie construida admisible de cada sector de incendio. Para ello debemos comprobar en la tabla 2.1 de dicho anexo, que con los datos de Riesgo Intrínseco del sector de incendio y la configuración del establecimiento (en nuestro caso tipo C), obtendremos el límite de metros que pueden tener estas áreas.

Riesgo intrínseco del sector de incendio	Configuración del establecimiento	
	TIPO C (m2)	
BAJO	(3) (4)	
1	SIN LÍMITE	
2	6000	
MEDIO	(3) (4)	
3	5000	
4	4000	
5	3500	
ALTO	(3) (4)	
6	3000	
7	2500	
8	2000	

Tabla 3.4.4.2.3 – Tabla 2.1 del Reglamento Contra Incendios

Definición de los epígrafes (3) (4):

El epígrafe (3) nos dice que cuando se instalen sistemas rociadores automáticos de agua que no sean exigidos preceptivamente por el reglamento contra incendios (anexo III de ese reglamento) las máximas superficies construidas admisibles, indicadas en la tabla 2.1 del reglamento citado, pueden multiplicarse por 2.

El epígrafe (4) nos dice que en configuraciones de tipo C, si la actividad lo requiere, el sector de incendios puede tener cualquier superficie, siempre que todo el sector cuente con una instalación fija automática de extinción y la distancia a límites de parcelas con posibilidad de edificar en ellas sea superior a 10 m.

3.4.4.2 Densidad de carga de fuego, ponderada y corregida, del sector o área de incendio

Densidad de carga de fuego:

$$Q_s = \frac{\sum_1^i q_{si} \times S_i \times C_i}{A} \times R_a \quad (3.4.4.2.1)$$

Dónde:

- a) Q_s : Densidad de carga de fuego, ponderada y corregida, del sector de incendio, en MJ/m² o Mcal/m².
- b) C_i : coeficiente a dimensional que pondera el grado de peligrosidad (por la combustibilidad) de cada uno de los combustibles (i) que existen en el sector de incendio. Tabla 1.1 del Reglamento.
- c) R_a : coeficiente adimensional que corrige el grado de peligrosidad (por la activación) inherente a la actividad industrial que se desarrolla en el sector de incendio, producción, montaje, transformación, reparación, almacenamiento, etc. Tabla 1.2 del Reglamento.
- d) A : Superficie construida del sector de incendio.
- e) q_{si} : Poder calorífico, en MJ/kg o Mcal/kg, de cada uno de los combustibles (i) que existen en el sector de incendio. Tabla 1.4 del Reglamento.
- f) S_i : Superficie de cada zona con proceso y densidad de carga de fuego diferente.

Características del sector o área de incendio:

Local	Superficie (m ²)	Riesgo de activación	Grado de peligrosidad de los materiales combustibles	Densidad de carga de fuego media (MJ/m ²)
Oficina	17,2	1	1,3	600
Pasillo	43,5	0	0	0
Vestuario Femenino	17,5	1	1,3	500
Vestuario Masculino	17,5	1	1,3	500
Baño hombres	3,5	1	1,3	80
Baño mujeres	3,5	1	1,3	80
Sala ordeño	155,2	1	1,3	200

Zona enfriado	77,55	1	1,3	200
Cuadras	1306,046	2	1,3	200

Tabla 3.4.4.2.1 – Características del sector o área.

Con los datos de la anterior tabla, podremos calcular la siguiente tabla:

Administración y cuadras					
Local	Si	Ci	Qsi	Ra	Si x Ci x Qsi x Ra
Oficina	17,2	1,3	600	1	13416
Pasillo	43,5	0	0	0	0
Vestuario Femenino	17,5	1,3	500	1	11375
Vestuario Masculino	17,5	1,3	500	1	11375
Baño hombres	3,5	1,3	80	1	364
Baño mujeres	3,5	1,3	80	1	364
Sala ordeño	155,2	1,3	200	1	40352
Zona enfriado	77,55	1,3	200	1	20163
Cuadras	1306,0459	1,3	200	2	679143,868
Total	1641,4959	10,4	600	9	776552,868

Tabla 3.4.4.2.2 - Densidades de carga de fuego

A partir de esta tabla calcularemos la carga de fuego del sector:

$$Q_s = \frac{\sum_1^i q_{si} \times S_i \times C_i \times R_a}{A} = \frac{776552,868}{1641,4959} = 473,07 \frac{MJ}{m^2}$$

3.4.4.3 Densidad de carga de fuego para actividades de almacenamiento

Densidad de carga de fuego:

$$Q_s = \frac{\sum_1^i q_{vi} \times h_i \times S_i \times C_i}{A} \times R_a \quad (3.4.4.3.1)$$

Dónde:

- Q_s ; C_i ; R_a ; A tienen la misma significación que en el apartado anterior.

- q_{vi} : Carga de fuego, aportada por cada m^3 de cada zona con diferente tipo de almacenamiento existente en el sector de incendio.
- s_i : Superficie ocupada en planta por cada zona con diferente tipo de almacenamiento.
- h_i : Altura de almacenamiento de cada uno de los combustibles.

Características del sector de incendio para actividades de almacenamiento:

Local	Superficie (m2)	Riesgo de activación	Grado de peligrosidad de los materiales combustibles	Densidad de carga de fuego media (MJ/m ²)	Altura
Almacén	30	1	1,3	600	2,5

Tabla 3.4.4.3.1 – Características del sector o área.

Con los datos de la anterior tabla, podremos calcular la siguiente tabla:

Almacenamiento								
Local	Superficie Total	Si	Hi	Vi	Ci	Qsi	Ra	Vi x Ci x Qsi x Ra
Almacén	30	20	2,5	50	1,3	600	1	39000

Tabla 3.4.4.3.2 - Densidades de carga de fuego en almacenes

A partir de esta tabla calcularemos la carga de fuego del sector de almacenes:

$$Q_s = \frac{\sum_1^i q_{vi} \times h_i \times S_i \times C_i \times R_a}{A} = \frac{\sum_1^i q_{vi} \times V_i \times C_i \times R_a}{A} = \frac{39000}{30} = 1300 \frac{MJ}{m^2}$$

3.4.4.4.1 Densidad de carga de fuego para toda la granja

Con los anteriores datos calculamos la densidad de carga de fuego de la granja:

$$Q_s = \frac{776552,868 + 39000}{1641,495 + 30} = 487,917 \frac{MJ}{m^2} \quad (3.4.4.4.1.1)$$

Con este valor y junto con la Tabla 1.3 obtenemos lo siguiente:

$$Q_s = 487,917 \frac{MJ}{m^2} \rightarrow \text{Tabla 1.3} \rightarrow \text{nivel de riesgo intrínseco BAJO (2)}$$

Ahora con la tabla 2.1 comprobamos cuantos sectores necesitamos:

Nivel intrínseco BAJO \rightarrow Tabla 2.1 \rightarrow cada sector tiene que ser de 6000 m²

Como la superficie total es 1671,4959 m² podemos considerar un único sector.

3.4.5 REQUISITOS CONSTRUCTIVOS DE LOS ESTABLECIMIENTOS INDUSTRIALES SEGÚN SU CONFIGURACIÓN, UBICACIÓN Y NIVEL DE RIESGO INTRÍNSECO

3.4.5.1 Fachadas accesibles

Tanto el planeamiento urbanístico como las condiciones de diseño y construcción de los edificios, en particular el entorno inmediato, sus accesos, sus huecos en fachada, etc., deben posibilitar y facilitar la intervención de los servicios de extinción de incendios.

Las autoridades locales podrán regular las condiciones que estimen precisas para cumplir lo anterior; en ausencia de regulación normativa por las autoridades locales, se puede adoptar las recomendaciones que se indican a continuación.

Los huecos de la fachada deberán cumplir las condiciones siguientes:

- a) Facilitar el acceso a cada una de las plantas del edificio, de forma que la altura del alféizar respecto del nivel de la planta a la que accede no sea mayor que 1,20 m.
- b) Sus dimensiones horizontal y vertical deben ser al menos 0,80 m y 1,20 m, respectivamente. La distancia máxima entre los ejes verticales de dos huecos consecutivos no debe exceder de 25 m, medida sobre la fachada.

c) No se deben instalar en fachada elementos que impidan o dificulten la accesibilidad al interior del edificio a través de dichos huecos, a excepción de los elementos de seguridad situados en los huecos de las plantas cuya altura de evacuación no exceda de nueve m.

3.4.5.2 Condiciones del entorno de los edificios

a) Los edificios con una altura de evacuación descendente mayor que nueve m deben disponer de un espacio de maniobra apto para el paso de vehículos, que cumpla las siguientes condiciones a lo largo de las fachadas accesibles:

1. Anchura mínima libre: seis m.
2. Altura libre: la del edificio.
3. Separación máxima del edificio: 10 m.
4. Distancia máxima hasta cualquier acceso principal al edificio: 30 m.
5. Pendiente máxima: 10 por ciento.
6. Capacidad portante del suelo: 2000 kp/m².
7. Resistencia al punzonamiento del suelo: 10 t sobre 20 cm.

3.4.5.3 Condiciones de aproximación de edificios

Los viales de aproximación hasta las fachadas accesibles de los establecimientos industriales, así como los espacios de maniobra a los que se refieren el apartado anterior, deben cumplir las condiciones siguientes:

- Anchura mínima libre: 5 m.
- Altura mínima libre o gálibo: 4.5 m.
- Capacidad portante del vial: 2000 kp/m².

En los tramos curvos, el carril de rodadura debe quedar delimitado por la traza de una corona circular cuyos radios mínimos deben ser 5,30 m y 12, 50 m, con una anchura libre para circulación de 7,20 m.

3.4.6 UBICACIONES NO PERMITIDAS DE SECTORES DE INCENDIO CON ACTIVIDAD INDUSTRIAL

De riesgo intrínseco medio en configuración de tipo C:

- En segunda planta bajo rasante.
- De riesgo intrínseco medio o alto, a menos de 25 m de masa forestal, con franja perimetral permanentemente libre de vegetación baja arbustiva.

Como no nos encontramos dentro de estas restricciones nuestra configuración estará permitida.

3.4.7 MATERIALES

Para productos de revestimiento en suelos, paredes y techos = M2 o más favorable. Para productos situados en el interior de falsos techos y los que constituyan o revistan claves eléctricos = M1 o más favorable.

3.4.8 EVACUACIÓN DE LOS ESTABLECIMIENTOS INDUSTRIALES

Primero calculamos la ocupación de nuestra granja, aplicando (CTE 2DB SI) con la tabla 2.1 de densidades de ocupación, obtenemos:

Local	Área (m ²)	Ratio personas (m ² /persona)	Personas
Oficina	17,2	10	2
Pasillo	43,5	2	22
Vestuario Femenino	17,5	3	6
Vestuario Masculino	17,5	3	6
Baño hombres	3,5	3	2
Baño mujeres	3,5	3	2
Sala ordeño	155,2	40	4
Zona enfriado	77,55	40	2
Cuadras	1306,0459	40	33

Almacén	30	40	1
Ocupación Total			80

Tabla 3.4.8.1 – Ocupación total

La evacuación de los establecimientos industriales se basa en las formulas del apartado 6 del Anexo II del Reglamento de Seguridad contra Incendios en los Edificios Industriales.

Para la aplicación de las exigencias relativas a la evacuación de los establecimientos industriales, se determinará su ocupación, P, deducida de las siguientes expresiones:

$$P = 1,10 p, \text{ cuando } p < 100.$$

$$P = 110 + 1,05 (p - 100), \text{ cuando } 100 < p < 200.$$

$$P = 215 + 1,03 (p - 200), \text{ cuando } 200 < p < 500.$$

$$P = 524 + 1,01 (p - 500), \text{ cuando } 500 < p.$$

Donde p representa el número de personas que ocupa el sector de incendio, de acuerdo con la documentación laboral que legalice el funcionamiento de la actividad.

En nuestro caso la fórmula es la de $P = 1,10 p$

$$P = 1,10 \times 80 = 88$$

3.4.8.1 Evacuación de los edificios industriales de tipo C

3.4.8.1.1 Elementos de evacuación

Elementos de la evacuación: origen de evacuación, recorridos de evacuación, altura de evacuación, rampas, ascensores, escaleras mecánicas, rampas y pasillos móviles y salidas se definen de acuerdo con el artículo 7 de la NBE-CPI/96, apartado 7.1, subapartados 7.1.1, 7.1.2, 7.1.3, 7.1.4, 7.1.5 y 7.1.6, respectivamente.

3.4.8.1.2 Número y disposición de las salidas

- Las distancias máximas de los recorridos de evacuación de los sectores de incendio de los establecimientos industriales no superarán los valores indicados en el siguiente cuadro y prevalecerán sobre las establecidas en “Documento Básico DB SI Seguridad en caso de incendio” del “Código Técnico” apartado 3:

Longitud del recorrido de evacuación según el número de salidas		
Riesgo	1 salida recorrido único	2 salidas alternativas
Bajo(*)	35 m(**)	50 m
Medio	25 m (***)	50 m
Alto	-	25 m

Tabla 3.4.8.1.2.1 – Longitud de recorrido de evacuación

(*) Para actividades de producción o almacenamiento clasificadas como riesgo bajo nivel 1, en las que se justifique que los materiales implicados sean exclusivamente de clase A y los productos de construcción, incluidos los revestimientos, sean igualmente de clase A, podrá aumentarse la distancia máxima de recorridos de evacuación hasta 100 m.

(**) La distancia se podrá aumentar a 50 m si la ocupación es inferior a 25 personas.

(***) La distancia se podrá aumentar a 35 m si la ocupación es inferior a 25 personas.

En nuestro caso según la aplicación de la norma tendremos que tener el número de salidas que se indican en la tabla según las siguientes zonas:

Zona	Nivel de riesgo	Ocupación	Número de salidas
Granja	Bajo	Mayor de 50	5

Tabla 3.4.8.1.2.2

3.4.8.1.3 Dimensionamiento de salidas, pasillos y escaleras

Dimensionamiento de salidas, pasillos y escaleras: de acuerdo con el Código Técnico “4 Dimensionado de los medios de evacuación” establece:

3.4.8.1.3.1 Criterios para la asignación de los ocupantes

1. Cuando en un recinto, en una planta o en el edificio deba existir más de una salida, la distribución de los ocupantes entre ellas a efectos de cálculo debe hacerse suponiendo inutilizada una de ellas, bajo la hipótesis más desfavorable.

2. A efectos del cálculo de la capacidad de evacuación de las escaleras y de la distribución de los ocupantes entre ellas, cuando existan varias, no es preciso suponer inutilizada en su totalidad alguna de las *escaleras protegidas* existentes. En cambio, cuando existan varias escaleras no protegidas, debe considerarse inutilizada en su totalidad alguna de ellas, bajo la hipótesis más desfavorable.

3. En la planta de desembarco de una escalera, el flujo de personas que la utiliza deberá añadirse a la *salida de planta* que les corresponda, a efectos de determinar la anchura de esta.

Por lo tanto, en el “Código Técnico de la Edificación” se establecen los siguientes criterios para calcular el dimensionado:

Puertas y pasos:

$$A \geq \frac{P}{200} \text{ con un mínimo de 0.80 m} \quad (3.4.8.1.3.1.1)$$

La anchura de toda hoja de puerta no debe de ser menor que 0,60 m ni exceder de 1,20 m.

Dónde:

A = Anchura del elemento, [m]

P = Número total de personas cuyo paso está previsto por el punto cuya anchura se dimensiona.

Pasillos y rampas

Los pasillos de evacuación son de una anchura de 1,8 m, para cumplir con el “Documento de Accesibilidad de Galicia” según la fórmula siguiente, dichos pasillos permiten evacuar a 360 personas, cifra muy por encima de nuestro nivel de ocupación.

$$A \geq \frac{P}{200} \geq 1,00 \text{ m} \quad (3.4.8.1.3.1.2)$$

Dónde:

A = Anchura del elemento, [m]

P = Número total de personas cuyo paso está previsto por el punto cuya anchura se dimensiona.

Salidas de Granja:

Salida	Tipo	Ancho Puerta de Salida	Puerta de Acceso a	Ocupación máxima a evacuar (200*metros del ancho de la puerta)
Cuadras arriba	F	5 m	Exterior (salida del edificio)	1000
Cuadras abajo	F	5 m	Exterior (salida del edificio)	1000
Zona	F	2 m	Exterior (salida	400

enfriado			del edificio)	
Pasillo	F	2 m	Exterior (salida del edificio)	400

Tabla 3.4.8.1.3.1.1 – Salidas de la granja.

Vemos que el dimensionado de puertas y pasillos para la evacuación cumple los requerimientos de ocupación que puedan darse en cada sector.

3.4.8.1.4 Características de las puertas

1. Se considera que satisfacen el anterior requisito funcional los dispositivos de apertura mediante manilla o pulsador conforme a la norma UNE-EN 179:2003 VC1, cuando se trate de la evacuación de zonas ocupadas por personas que en su mayoría estén familiarizados con la puerta considerada, así como los de barra horizontal de empuje o de deslizamiento conforme a la norma UNE EN 1125:2003 VC1, en caso contrario.

2. Abrirá en el sentido de la evacuación toda puerta de salida:

a) Prevista para el paso de más de 200 personas en edificios de *uso Residencial Vivienda* o de 100 personas en los demás casos, o bien.

b) Prevista para más de 50 ocupantes del *recinto* o espacio en el que esté situada.

3. Las puertas de apertura automática dispondrán de un sistema tal que, en caso de fallo del mecanismo de apertura o del suministro de energía, abra la puerta e impida que ésta se cierre, o bien que, cuando sean abatibles, permita su apertura manual. En ausencia de dicho sistema, deben disponerse puertas abatibles de apertura manual que cumplan las condiciones indicadas en el párrafo anterior.

3.4.8.1.5 Características de los pasillos

Además de cumplir los requisitos exigidos por el Documento Básico de Seguridad en caso de incendio de “Código Técnico” deberán cumplir el “Documento de seguridad frente a riesgo de impacto o atropellamiento” de “Código Técnico”, que establece:

La altura libre de paso en zonas de circulación será, como mínimo, 2100 mm en zonas de uso restringido y 2200 mm en el resto de las zonas. En los umbrales de las puertas la altura libre será 2000 mm, como mínimo.

En zonas de circulación, las paredes carecerán de elementos salientes que vuelen más de 150 mm en la zona de altura comprendida entre 1000 mm y 2200 mm medida a partir del suelo.

3.4.8.1.6 Señalización e iluminación

- Señalización de los medios de evacuación:

Se utilizarán las señales de salida, de uso habitual o de emergencia, definidas en la norma UNE 23034:1988, conforme a los siguientes criterios:

- a) Las salidas de *recinto*, planta o edificio tendrán una señal con el rótulo “SALIDA”, excepto en edificios de *uso Residencial Vivienda* y, en otros usos, cuando se trate de salidas de *recintos* cuya superficie no exceda de 50 m², sean fácilmente visibles desde todo punto de dichos *recintos* y los ocupantes estén familiarizados con el edificio.
- b) La señal con el rótulo “Salida de emergencia” debe utilizarse en toda salida prevista para uso exclusivo en caso de emergencia.
- c) Deben disponerse señales indicativas de dirección de los recorridos, visibles desde todo *origen de evacuación* desde el que no se perciban directamente las salidas o sus señales indicativas y, en particular, frente a

toda salida de un *recinto* con ocupación mayor que 100 personas que acceda lateralmente a un pasillo.

d) En los puntos de los *recorridos de evacuación* en los que existan alternativas que puedan inducir a error, también se dispondrán las señales antes citadas, de forma que quede claramente indicada la alternativa correcta. Tal es el caso de determinados cruces o bifurcaciones de pasillos, así como de aquellas escaleras que, en la planta de salida del edificio, continúen su trazado hacia plantas más bajas, etc.

e) En dichos recorridos, junto a las puertas que no sean salida y que puedan inducir a error en la evacuación debe disponerse la señal con el rótulo “Sin salida” en lugar fácilmente visible pero en ningún caso sobre las hojas de las puertas.

f) Las señales se dispondrán de forma coherente con la asignación de ocupantes que se pretenda hacer a cada salida.

g) El tamaño de las señales será:

i) 210 x 210 mm cuando la distancia de observación de la señal no exceda de 10 m.

ii) 420 x 420 mm cuando la distancia de observación esté comprendida entre 10 y 20 m.

iii) 594 x 594 mm cuando la distancia de observación esté comprendida entre 20 y 30 m.

- Señalización de los medios de protección

Los medios de protección contra incendios de utilización manual (extintores, bocas de incendio, pulsadores manuales de alarma y dispositivos de disparo de

sistemas de extinción) se deben señalar mediante señales definidas en la norma UNE 23033-1 cuyo tamaño sea:

- a) 210 x 210 mm cuando la distancia de observación de la señal no exceda de 10 m.
- b) 420 x 420 mm cuando la distancia de observación esté comprendida entre 10 y 20 m.
- c) 594 x 594 mm cuando la distancia de observación esté comprendida entre 20 y 30 m.

2 Las señales deben ser visibles incluso en caso de fallo en el suministro al alumbrado normal. Cuando sean foto luminiscentes, sus características de emisión luminosa deben cumplir lo establecido en la norma UNE 23035-4:1999.

3.4.9 INSTALACIONES TÉCNICAS DE SERVICIO

Conforme al apartado 9 del anexo II del Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales, en caso de que los cables eléctricos alimenten a equipos que deban permanecer en funcionamiento durante un incendio, deberán estar protegidos para mantener la corriente eléctrica durante el tiempo exigible a la estructura de la nave en que se encuentre.

3.4.10 REQUISITOS DE LAS INSTALACIONES DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

3.4.10.1 Sistemas manuales de alarma de incendios

Instalaremos sistemas manuales de incendio debido que no tenemos instalados sistemas automáticos de detección de incendios. Estos se situarán junto a cada salida de evacuación del sector de incendio, y la distancia máxima a recorrer desde cualquier punto hasta alcanzar un pulsador no debe ser superior a 25m.



Figura 3.4.10.1.1- Pulsador de alarma manual

3.4.10.2 Sistemas de Comunicación de Alarma

No se ha instalado un sistema de comunicación de alarma debido a que la suma de la superficie del sector de incendio no excede de 10.000 m².

3.4.10.3 Sistemas de hidrantes exteriores

No es necesaria la instalación de hidrantes exteriores ya que la configuración de la zona es de tipo C y la superficie del área de incendio es menor de 2000 m² (Tabla 3.1 del Reglamento de Seguridad contra Incendios en los Establecimientos Industriales).

Configuración de la zona de incendio	Superficie del sector o área de incendio (m ²)	Riesgo intrínseco		
		Bajo	Medio	Alto
A	≥300	NO	SÍ	-
	≥1.000	SÍ*	SÍ	-
B	≥1.000	NO	NO	SÍ
	≥2.500	NO	SÍ	SÍ
	≥3.500	SÍ	SÍ	SÍ
C	≥2.000	NO	NO	SÍ
	≥3.500	NO	SÍ	SÍ

Tabla 3.4.10.3.1 – Necesidad de hidrantes

3.4.10.4 Extintores de incendio

El apartado 8, anexo III del Reglamento contra incendios en establecimientos industriales, nos manda instalar extintores de incendio portátiles en todos los sectores de incendio de los establecimientos industriales.

Se han instalado los siguientes extintores de incendios portátiles de acuerdo con dicho Reglamento:

Agente extintor	Clase de fuego (UNE 23.010)			
	A (Sólidos)	B (Líquidos)	C (Gases)	D (Metales especiales)
Agua pulverizada	(2)xxx	X		
Agua a chorro	(2)xx			
Polvo BC (convencional)		Xxx	xx	
Polvo ABC (polivalente)	xx	Xx	xx	
Polvo específico metales				xx
Espuma física	(2)xx	Xx		
Anhídrido carbónico	(1)x	X		
Hidrocarburos Halogenados	(1)x	Xx		

Tabla 3.4.10.4.1 – Agentes extintores y su adecuación a las distintas clases de fuego

Siendo:

xxx Muy adecuado.

Xx Adecuado.

X Aceptable.

Notas:

(1) En fuegos poco profundos (profundidad inferior a 5 mm) puede asignarse xx.

(2) En presencia de tensión eléctrica no son aceptables como agentes extintores el agua a chorro ni la espuma; el resto de los agentes extintores podrán utilizarse en aquellos extintores que superen el ensayo dieléctrico normalizado en UNE 23.110.

El apartado 8.4, del Reglamento contra incendios en establecimientos industriales, el emplazamiento de los extintores portátiles de incendio permitirá que sean fácilmente visibles y accesibles, estarán situados próximos a los puntos donde se estime mayor probabilidad de iniciarse el incendio y su distribución será tal que el recorrido máximo horizontal, desde cualquier punto del sector de incendio hasta el extintor, no supere 15 m.

Por lo tanto, para que no superen los 15m de distancia, instalaremos 13 extintores.

En este caso utilizaremos extintores de Polvo ABC (polivalente).



Figura 3.4.10.4.1 - Extintor portátil

3.4.10.5 Sistemas de bocas de incendio equipadas

Según el apartado 9 del anexo III del Reglamento de Seguridad contra Incendios en los Establecimientos Industriales, no instalaremos sistemas de bocas de incendio equipadas ya que el edificio es de tipo C y su riesgo intrínseco es bajo.

3.4.10.6 Sistemas de rociadores automáticos de agua

Según el apartado 11 del anexo III del Reglamento de Seguridad contra Incendios en Establecimientos Industriales, no se instalarán sistemas de rociadores automáticos de agua ya que el edificio es de tipo C, su riesgo intrínseco es bajo y no superamos los 3.500 m² superficie construida

3.4.10.7 Sistemas de alumbrado de emergencia

Conforme con el artículo 16, anexo III del Reglamento de Seguridad contra Incendios en Establecimientos Industriales:

- Contarán con una instalación de alumbrado de emergencia de las vías de evacuación los sectores de incendio de los edificios industriales cuando:
 - a) Estén situados en planta bajo rasante.
 - b) Estén situados en cualquier planta sobre rasante, cuando la ocupación, P, sea igual o mayor de 10 personas y sean de riesgo intrínseco medio o alto.
 - c) En cualquier caso, cuando la ocupación, P, sea igual o mayor de 25 personas.
- Contarán con una instalación de alumbrado de emergencia:
 - a) Los locales o espacios donde estén instalados cuadros, centros de control o mandos de las instalaciones técnicas de servicios (citadas en el anexo II.8 del Reglamento de Seguridad contra Incendios en los Establecimientos Industriales) o de los procesos que se desarrollan en el establecimiento industrial.

- b) Los locales o espacios donde estén instalados los equipos centrales o los cuadros de control de los sistemas de protección contra incendios.

Por lo tanto, se ha instalado un sistema de alumbrado de emergencia en las vías de evacuación y los sectores de incendios indicados en la documentación gráfica del trabajo, empleando señales indicadoras que cumplen lo establecido en el subapartado 16.3 del Reglamento y UNE 23.034.3.

3.4.10.8 Señalización

Tal como se indica en la documentación gráfica del trabajo, se ha procedido a señalizar las salidas de uso habitual y de emergencia y los medios de protección contra incendios manuales, según lo dispuesto en el “Código Técnico”

El edificio cumple tanto las condiciones de aproximación y las del entorno así como las de accesibilidad por fachada.

3.4.11 ZONA ADMINISTRATIVA

3.4.11.1 OBJETO DEL ANEXO

Este anexo tiene por objeto establecer reglas y procedimientos que permiten cumplir las exigencias básicas de seguridad en caso de incendio.

Tanto el objetivo del requisito básico como las exigencias básicas se establecen en el artículo 11 de la Parte 1 de este CTE y son los siguientes:

1. El objetivo del requisito básico “Seguridad en caso de incendio” consiste en reducir a límites aceptables el riesgo de que los usuarios de un edificio sufran daños derivados de un incendio de origen accidental, como consecuencia de las características de su construcción, uso y mantenimiento.
2. Para satisfacer este objetivo, los edificios se proyectarán, construirán, mantendrán y utilizarán de forma que, en caso de incendio, se cumplan las exigencias básicas que se establecen.

3. El Documento Básico DB-SI especifica parámetros objetivos y procedimientos cuyo cumplimiento asegura la satisfacción de las exigencias básicas y la superación de los niveles mínimos de calidad propios del requisito básico de seguridad en caso de incendio, excepto en el caso de los edificios, establecimientos y zonas de uso industrial a los que les sea de aplicación el “Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales”, en los cuales las exigencias básicas se cumplen mediante dicha aplicación.

3.4.11.2 ÁMBITO DE APLICACIÓN

El ámbito de aplicación de este DB es el que se establece con carácter general para el conjunto del CTE en su artículo 2 (Parte I) excluyendo los edificios, establecimientos y zonas de uso industrial a los que les sea de aplicación el “Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales”

A la zona industrial le corresponde el “Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales”, sin embargo a la zona administrativa le corresponden las normas de Seguridad en caso de Incendio del Código Técnico.

3.4.11.3 PROPAGACIÓN INTERIOR

3.4.11.3.1 Compartimentación en sectores de incendio

1. Los edificios se deben compartimentar en sectores de incendio según las condiciones que se establecen en la tabla 1.1 de esta Sección. Las superficies máximas indicadas en dicha tabla para los sectores de incendio pueden duplicarse cuando estén protegidos con una instalación automática de extinción.

2. A efectos del cómputo de la superficie de un sector de incendio, se considera que los locales de riesgo especial, las escaleras y pasillos protegidos contenidos en dicho sector no forman parte del mismo.

3. La resistencia al fuego de los elementos separadores de los sectores de incendio debe satisfacer las condiciones que se establecen en la tabla 1.2 de esta Sección.

3.4.11.3.2 Locales y zonas de riesgo especial

1. Los locales y zonas de riesgo especial integrados en los edificios se clasifican conforme los grados de riesgo alto, medio y bajo según los criterios que se establecen en la tabla 2.1. Los locales así clasificados deben cumplir las condiciones que se establecen en la siguiente tabla.

Característica	Riesgo bajo	Riesgo medio	Riesgo alto
<i>Resistencia al fuego</i> de la estructura portante	R 90	R 120	R 180
<i>Resistencia al fuego</i> de las paredes y techos que separan la zona del resto del edificio	EI 90	EI 120	EI 180
<i>Vestíbulo de independencia</i> en cada comunicación de la zona con el resto del edificio	-	Sí	Sí
Puertas de comunicación con el resto del edificio	EI2 45-C5	2 x EI2 30 -C5	2 x EI2 45-C5
Máximo recorrido hasta alguna salida del local	≤ 25 m	≤ 25 m	≤ 25 m

Tabla 3.4.11.3.2.1 – Locales y zonas de riesgo especial

2. Los locales destinados a albergar instalaciones y equipos regulados por reglamentos específicos, tales como transformadores, maquinaria de aparatos elevadores, calderas, depósitos de combustible, contadores de gas o electricidad, etc. se rigen, además, por las condiciones que se establecen en dichos reglamentos.

3.4.11.3.3 Reacción al fuego de los elementos constructivos, decorativos y de mobiliario

1. Los elementos constructivos deben cumplir las condiciones de reacción al fuego que se establecen en la tabla 4.1 del Documento básico de Seguridad en caso de Incendio del Código Técnico.

3.4.11.4 PROPAGACIÓN EXTERIOR

3.4.11.4.1 Medianerías y fachadas

Los elementos verticales separadores de otro edificio deben ser al menos EI 120.

Con el fin de limitar el riesgo de propagación exterior horizontal del incendio a través de las fachadas, ya sea entre dos edificios, o bien en un mismo edificio, entre dos *sectores de incendio* del mismo, entre una zona de riesgo especial alto y otras zonas o hacia una *escalera o pasillo protegido* desde otras zonas. La solución adoptada será fábrica de bloques simples de hormigón sin revestir de 20 cm de espesor que posee una EI120.

Con el fin de limitar el riesgo de propagación vertical del incendio por fachada entre dos *sectores de incendio* o entre una zona de riesgo especial alto y otras zonas más altas del edificio, dicha fachada debe ser al menos EI 60 en una franja de 1 m de altura, como mínimo, medida sobre el plano de la fachada. Por lo que con el espesor anterior será suficiente.

3.4.11.4.2 Cubiertas

1. Con el fin de limitar el riesgo de propagación exterior del incendio por la cubierta, ya sea entre dos edificios colindantes, ya sea en un mismo edificio, esta tendrá una *resistencia al fuego* REI 60, como mínimo, en una franja de 0,50 m de anchura medida desde el edificio colindante, así como en una franja de 1,00 m de anchura situada sobre el encuentro con la cubierta de todo elemento compartimentador de un *sector de incendio* o de un local de riesgo especial alto.

2. En el encuentro entre una cubierta y una fachada que pertenezcan a sectores de incendio o a edificios diferentes, la altura h sobre la cubierta a la que deberá estar cualquier zona de fachada cuya resistencia al fuego no sea al menos EI 60 será la que se indica a continuación, en función de la distancia d de la fachada, en proyección horizontal, a la que esté cualquier zona de la cubierta cuya resistencia al fuego tampoco alcance dicho valor.

En nuestro caso tenemos un único sector, por lo que no nos afecta en nada.

3.4.11.5 EVACUACIÓN DE OCUPANTES

3.4.11.5.1 Cálculo de ocupación

El cálculo de la ocupación se realizará en base a la tabla 2.1 del Documento Básico de Seguridad en Caso de Incendio del Código Técnico en la Sección 3 apartado 2, como ya hicimos en el apartado 3.2.1.10 de EVACUACIÓN DE LOS ESTABLECIMIENTOS INDUSTRIALES, obteniendo:

- Zona administrativa (1 persona cada 10m²) → 11 personas

3.4.11.5.2 Número de salidas y longitud de los recorridos de evacuación

En el Documento Básico de Seguridad en Caso de Incendio del Código Técnico en la Sección 3 en el apartado 3 se establece que para recintos con más de una salida en planta la longitud de los recorridos de evacuación desde su origen hasta llegar a algún punto desde el cual existan al menos dos recorridos alternativos no excederá de 25 m.

3.4.11.5.3 Dimensionado de los medios de evacuación

Cuando en un *recinto*, en una planta o en el edificio deba existir más de una salida, la distribución de los ocupantes entre ellas a efectos de cálculo debe hacerse suponiendo inutilizada una de ellas, bajo la hipótesis más desfavorable.

A efectos del cálculo de la capacidad de evacuación de las escaleras y de la distribución de los ocupantes entre ellas, cuando existan varias, no es preciso suponer inutilizada en su totalidad alguna de las *escaleras protegidas* existentes. En cambio, cuando existan varias escaleras no protegidas, debe considerarse inutilizada en su totalidad alguna de ellas, bajo la hipótesis más desfavorable.

3.4.11.5.4 Cálculo

El dimensionado de los elementos de evacuación debe realizarse conforme a lo

que se indica en la tabla 4.1 del Documento Básico de Seguridad en Caso de Incendio del Código Técnico en la Sección 3 en el apartado 4. Según esta tendremos:

Puertas y pasos	$A \geq P / 200^{(1)} \geq 0,80m^{(2)}$ La anchura de toda hoja de puerta no debe ser menor que 0,60m, ni exceder de 1,23m.
Pasillos y rampas	$A \geq P / 200 \geq 1,00m^{(3)(4)(5)}$
Escaleras no protegidas ⁽⁸⁾ para evacuación descendente	$A \geq P / 160^{(9)}$

Tabla 3.4.11.5.4 – Tabla 4.1 Documento Básico de Seguridad en Caso de Incendio del Código Técnico

A = Anchura del elemento, [m].

AS = Anchura de la *escalera protegida* en su desembarco en la planta de *salida del edificio*, [m].

h = *Altura de evacuación* ascendente, [m].

P = Número total de personas cuyo paso está previsto por el punto cuya anchura se dimensiona.

E = Suma de los ocupantes asignados a la escalera en la planta considerada más los de las situadas por debajo o por encima de ella hasta la planta de salida del edificio, según se trate de una escalera para evacuación descendente o ascendente, respectivamente. Para dicha asignación solo será necesario aplicar la hipótesis de bloqueo de salidas de planta indicada en el punto 4.1 en una de las plantas, bajo la hipótesis más desfavorable.

S = *Superficie útil* del recinto de la *escalera protegida* en el conjunto de las plantas de las que provienen las P personas.

Incluye la superficie de los tramos, de los rellanos y de las mesetas intermedias).

(1) La anchura de una puerta de salida del recinto de una *escalera protegida* a planta de *salida del edificio* debe ser al menos igual al 80% de la anchura de la escalera.

(2) En *uso hospitalario* $A \geq 1,05$ m, incluso en puertas de habitación.

(3) En *uso hospitalario* $A \geq 2,20$ m ($\geq 2,10$ m en el paso a través de puertas).

(4) En establecimientos de *uso Comercial*, la anchura mínima de los pasillos situados en áreas de venta es la siguiente:

a) Si la superficie construida del área de ventas en la planta considerada excede de 400 m²:

- si está previsto el uso de carros para transporte de productos:

Entre baterías con más de 10 cajas de cobro y estanterías: $A \geq 4,00$ m.

En otros pasillos: $A \geq 1,80$ m.

- si no está previsto el uso de carros para transporte de productos: $A \geq 1,40$ m.

b) Si la superficie construida del área de ventas en la planta considerada no excede de 400 m²:

- si está previsto el uso de carros para transporte de productos:

Entre baterías con más de 10 cajas de cobro y estanterías: $A \geq 3,00$ m.

En otros pasillos: $A \geq 1,40$ m.

- si no está previsto el uso de carros para transporte de productos: $A \geq 1,20$ m.

(5) La anchura mínima es 0,80 m en pasillos previstos para 10 personas, como máximo, y estas sean usuarios habituales.

(8) Incluso pasillos escalonados de acceso a localidades en anfiteatros, graderíos y tribunas de *recintos* cerrados, tales como cines, teatros, auditorios, pabellones polideportivos etc.

(9) La anchura mínima es la que se establece en DB SU1-4.2.2, tabla 4.1.

3.4.11.5.5 Puertas situadas en los recorridos de evacuación

Las puertas previstas como salida de planta o de edificio y las previstas para la evacuación de más de 50 personas serán abatibles con eje de giro vertical y su sistema de cierre, o bien no actuará mientras haya actividad en las zonas a evacuar, o bien consistirá en un dispositivo de fácil y rápida apertura desde el lado del cual provenga dicha evacuación, sin tener que utilizar una llave y sin tener que actuar sobre más de un mecanismo.

Se considera que satisfacen el anterior requisito funcional los dispositivos de apertura mediante manilla o pulsador conforme a la norma UNE-EN 179:2008,

cuando se trate de la evacuación de zonas ocupadas por personas que en su mayoría estén familiarizados con la puerta considerada, así como en caso contrario, cuando se trate de puertas con apertura en el sentido de la evacuación, conforme al siguiente apartado, los de barra horizontal de empuje o de deslizamiento conforme a la norma UNE EN 1125:2008.

Abrirá en el sentido de la evacuación toda puerta de salida:

- a) prevista para el paso de más de 200 personas en edificios de uso Residencial Vivienda o de 100 personas en los demás casos, o bien.
- b) prevista para más de 50 ocupantes del recinto o espacio en el que esté situada.

3.4.11.5.6 Señalización de los medios de evacuación

Señalización e iluminación: de acuerdo con lo expuesto en el Documento Básico de Seguridad en caso de incendio del “Código Técnico” se tiene:

- Señalización de los medios de evacuación:

1. Se utilizarán las señales de salida, de uso habitual o de emergencia, definidas en la norma UNE 23034:1988, conforme a los siguientes criterios:

- a) Las salidas de *recinto*, planta o edificio tendrán una señal con el rótulo “SALIDA”, excepto en edificios de *uso Residencial Vivienda* y, en otros usos, cuando se trate de salidas de *recintos* cuya superficie no exceda de 50 m², sean fácilmente visibles desde todo punto de dichos *recintos* y los ocupantes estén familiarizados con el edificio.
- b) La señal con el rótulo “Salida de emergencia” debe utilizarse en toda salida prevista para uso exclusivo en caso de emergencia.
- c) Deben disponerse señales indicativas de dirección de los recorridos, visibles desde todo *origen de evacuación* desde el que no se perciban

directamente las salidas o sus señales indicativas y, en particular, frente a toda salida de un *recinto* con ocupación mayor que 100 personas que acceda lateralmente a un pasillo.

d) En los puntos de los *recorridos de evacuación* en los que existan alternativas que puedan inducir a error, también se dispondrán las señales antes citadas, de forma que quede claramente indicada la alternativa correcta. Tal es el caso de determinados cruces o bifurcaciones de pasillos, así como de aquellas escaleras que, en la planta de salida del edificio, continúen su trazado hacia plantas más bajas, etc.

e) En dichos recorridos, junto a las puertas que no sean salida y que puedan inducir a error en la evacuación debe disponerse la señal con el rótulo “Sin salida” en lugar fácilmente visible pero en ningún caso sobre las hojas de las puertas.

f) Las señales se dispondrán de forma coherente con la asignación de ocupantes que se pretenda hacer a cada salida.

g) El tamaño de las señales será:

i) 210 x 210 mm cuando la distancia de observación de la señal no exceda de 10 m.

ii) 420 x 420 mm cuando la distancia de observación esté comprendida entre 10 y 20 m.

iii) 594 x 594 mm cuando la distancia de observación esté comprendida entre 20 y 30 m.

- Señalización de los medios de protección:

1. Los medios de protección contra incendios de utilización manual (extintores, bocas de incendio, pulsadores manuales de alarma y

dispositivos de disparo de sistemas de extinción) se deben señalar mediante señales definidas en la norma UNE 23033-1 cuyo tamaño sea:

- a) 210 x 210 mm cuando la distancia de observación de la señal no exceda de 10 m.
- b) 420 x 420 mm cuando la distancia de observación esté comprendida entre 10 y 20 m.
- c) 594 x 594 mm cuando la distancia de observación esté comprendida entre 20 y 30 m.

2. Las señales deben ser visibles incluso en caso de fallo en el suministro al alumbrado normal. Cuando sean fotoluminiscentes, deben cumplir lo establecido en las normas UNE 23035-1:2003, UNE 23035-2:2003 y UNE 23035-4:2003 y su mantenimiento se realizará conforme a lo establecido en la norma UNE 23035-3:2003.

3.4.11.5.7 Control del humo de incendio

En los casos que se indican a continuación se debe instalar un sistema de control del humo de incendio capaz de garantizar dicho control durante la evacuación de los ocupantes, de forma que ésta se pueda llevar a cabo en condiciones de seguridad:

- a) Aparcamientos que no tengan la consideración de aparcamiento abierto.
- b) Establecimientos de uso Comercial o Pública Concurrencia cuya ocupación exceda de 1000 personas.
- c) Atrios, cuando su ocupación en el conjunto de las zonas y plantas que constituyan un mismo sector de incendio, exceda de 500 personas, o bien cuando esté previsto para ser utilizado para la evacuación de más de 500 personas.

No nos encontramos en ninguno de los citados casos de modo que no será necesaria la instalación de un sistema de control de humo de incendio.

3.4.11.6 DETECCIÓN, CONTROL Y EXTINCIÓN DE INCENDIO

3.4.11.6.1 Dotación de instalaciones de protección contra incendios

Según la tabla 1.1. del Documento Básico de Seguridad en Caso de Incendio del Código Técnico en la Sección 4 en el apartado 1, los equipos e instalaciones de protección contra incendios será el siguiente en función del uso, en nuestro caso sólo nos afecta el general y el administrativo:

En general	
Extintores portátiles	<p>Uno de eficacia 21A - 113B:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Cada 15m de recorrido en cada planta, como máximo, desde todo origen de evacuación. - En las zonas de riesgo especial conforme al capítulo 2 de la sección 1⁽¹⁾ de este DB.
Bocas de incendio	En zonas de riesgo especial alto, conforme al capítulo 2 de la sección SI1, en las que el riesgo se deba principalmente a materias combustibles sólidas ⁽²⁾ .
Ascensor de emergencia	En las plantas cuya altura de evacuación exceda de 35 m. ⁽³⁾
Hidratantes exteriores	<p>Si la altura de evacuación descendente excede de 28m o si la ascendente excede de 6m, así como en establecimientos de densidad de ocupación mayor que una persona cada 5m² y cuya superficie construida está comprendida entre 2.000 y 10.000 m². Al menos un hidratante hasta 10.000 m² de superficie construida y uno más por cada 10.000 m² adicionales o fracción.⁽⁴⁾</p>
Instalación automática de extinción	<p>Salvo otra indicación en relación con el uso, en todo edificio cuya <i>altura de evacuación</i> exceda de 80 m.</p> <p>En cocinas en las que la potencia instalada exceda de 20 kW en <i>uso Hospitalario</i> o <i>Residencial Público</i> o de 50 kW en cualquier otro uso⁽⁵⁾.</p> <p>En centros de transformación cuyos aparatos tengan aislamiento dieléctrico con punto de inflamación menor que 300 °C y potencia instalada mayor que 1.000 kVA en cada aparato o mayor que</p>
Instalación automática de extinción	

	4.000 kVA en el conjunto de los aparatos. Si el centro está integrado en un edificio de <i>uso Pública Concurrencia</i> y tiene acceso desde el interior del edificio, dichas potencias son 630 kVA y 2.520 kVA respectivamente.
Administrativo	
Bocas de incendio equipadas	Si la superficie construida excede de 2.000 m^2 . ⁽⁸⁾
Columna seca ⁽⁶⁾	Si la <i>altura de evacuación</i> excede de 24 m.
Sistema de alarma	Si la superficie construida excede de 1.000 m^2 .
Sistema de detección de incendios	Si la superficie construida excede de 2.000 m^2 , detectores en zonas de riesgo alto conforme al capítulo 2 de la Sección 1 de este DB. Si excede de 5.000 m^2 , en todo el edificio.
Hidratantes exteriores	Uno si la superficie total construida está comprendida entre 5.000 y 10.000 m^2 . Uno más por cada 10.000 m^2 adicionales o fracción. ⁽⁴⁾
Comercial	
Extintores portátiles	En toda agrupación de locales de riesgo especial medio y alto cuya superficie construida total excede de 1.000 m^2 , extintores móviles de 50 kg de polvo, distribuidos a razón de un extintor por cada 1.000 m^2 de superficie que supere dicho límite y fracción.
Bocas de incendio	Si la superficie construida excede de 500 m^2 . ⁽⁸⁾
Columna seca ⁽⁶⁾	Si la altura de evacuación excede de 24m.
Sistema de alarma	Si la superficie construida excede de 1.000 m^2 .
Sistema de detección de incendio ⁽¹⁰⁾	Si la superficie construida excede de 2.000 m^2 . ⁽⁹⁾
Instalación automática de extinción	Si la superficie total construida excede de 1.500 m^2 , en las áreas públicas de ventas en las que la densidad de carga de fuego ponderada y corregida aportada por los productos comercializados sea mayor que 500 MJ/m^2 (aproximadamente 120 Mcal/m^2) y en los recintos de riesgo especial medio y alto conforme al capítulo 2 de la Sección 1 de este DB.
Hidratantes exteriores	Uno si la superficie total construida está comprendida entre 1.000 y 10.000 m^2 . Uno más por cada 10.000 m^2 adicionales o fracción. ⁽⁴⁾

Tabla 3.4.11.6.1.1 – Tabla 1.1.del Documento Básico de Seguridad en Caso de Incendio del Código Técnico

Las medidas de protección contra incendios serán la dotación de extintores portátiles de eficacia 21A-113B-C cada 15 m de recorrido en cada planta, como máximo, desde todo origen de evacuación.

3.4.11.7 INTERVENCIÓN DE BOMBEROS

3.4.11.7.1 Condiciones de aproximación y entorno

3.4.11.7.1.1 Aproximación a los edificios

Los viales de aproximación a los espacios de maniobra, deben cumplir las condiciones siguientes:

- a) anchura mínima libre 3,5 m.
- b) altura mínima libre o gálibo 4,5 m.
- c) capacidad portante del vial 20 kN/m².

En los tramos curvos, el carril de rodadura debe quedar delimitado por la traza de una corona circular cuyos radios mínimos deben ser 5,30 m y 12,50 m, con una anchura libre para circulación de 7,20 m.

En nuestro caso cumplimos holgadamente dichos requisitos ya que la granja está ubicada en polígono industrial con amplios accesos.

3.4.11.7.1.2 Accesibilidad por fachada

Las fachadas deben disponer de huecos que permitan el acceso desde el exterior al personal del servicio de extinción de incendios. Dichos huecos deben cumplir las condiciones siguientes:

- a) Facilitar el acceso a cada una de las plantas del edificio, de forma que la altura del alféizar respecto del nivel de la planta a la que accede no sea mayor que 1,20 m.
- b) Sus dimensiones horizontal y vertical deben ser, al menos, 0,80 m y 1,20 m respectivamente. La distancia máxima entre los ejes verticales de dos

huecos consecutivos no debe exceder de 25 m, medida sobre la fachada.

- c) No se deben instalar en fachada elementos que impidan o dificulten la accesibilidad al interior del edificio a través de dichos huecos, a excepción de los elementos de seguridad situados en los huecos de las plantas cuya altura de evacuación no exceda de 9 m.

3.4.12 REGLAMENTO DE INSTALACIONES DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

3.4.12.1 Objeto y ámbito de aplicación

Es objeto del presente anexo establecer y definir las condiciones que deben cumplir los aparatos, equipos y sistemas, así como su instalación y mantenimiento empleados en la protección contra incendios.

3.4.12.2 Características e instalación de los aparatos, equipos y sistemas de protección contra incendios

- Extintores de incendio:
 1. Los extintores de incendio, sus características y especificaciones se ajustarán al " Reglamento de aparatos a presión" y a su Instrucción técnica complementaria MIE-AP5.
 2. Los extintores de incendio necesitarán, antes de su fabricación o importación, con independencia de lo establecido por la ITC-MIE-AP5, ser aprobados de acuerdo con lo establecido en el artículo 2 de este Reglamento, a efectos de justificar el cumplimiento de lo dispuesto en la norma UNE 23.110.
 3. El emplazamiento de los extintores permitirá que sean fácilmente visibles y accesibles, estarán situados próximos a los puntos donde se estime mayor probabilidad de iniciarse el incendio, a ser posible próximos a las salidas de

evacuación y preferentemente sobre soportes fijados a paramentos verticales, de modo que la parte superior del extintor quede, como máximo, a 1,70 metros sobre el suelo.

- Sistemas manuales de alarma de incendios:

Los sistemas manuales de alarma de incendio estarán constituidos por un conjunto de pulsadores que permitirán provocar voluntariamente y transmitir una señal a una central de control y señalización permanentemente vigilada, de tal forma que sea fácilmente identificable la zona en que ha sido activado el pulsador.

La fuente de alimentación del sistema manual de pulsadores de alarma, sus características y especificaciones, deberán cumplir idénticos requisitos que las fuentes de alimentación de los sistemas automáticos de detección, pudiendo ser la fuente secundaria común a ambos sistemas. Los pulsadores de alarma se situarán de modo que la distancia máxima a recorrer, desde cualquier punto hasta alcanzar un pulsador, no supere los 25 metros.

Todos los aparatos contraincendios utilizados en este trabajo (Extintores y Pulsadores de alarma) cumplen la normativa establecida en el Reglamento de Instalaciones de Protección Contraincendios.

**TÍTULO: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE GRANJA DESTINADA A
VACUNO CON APOORTE DE ENERGÍA RENOVABLE**

ANEXO V: LÍNEA MEDIA TENSIÓN

PETICIONARIO: ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA

AVDA. 19 DE FEBRERO, S/N

15405 - FERROL

FECHA: SEPTIEMBRE 2014

AUTOR: IVÁN GARCÍA REBOREDO

Fdo.: Iván García Reboredo

ANEXO V: LÍNEA MEDIA TENSIÓN.....	1
3.5 LÍNEA DE MEDIA TENSIÓN	3
3.5.1 Objeto del anexo.....	3
3.5.2 CARACTERÍSTICAS DEL CONDUCTOR SUBTERRÁNEO.....	3
3.5.2.1 Cables entubados en zanjas	4
3.5.2.2 Dimensionado.....	4
3.5.3 CRITERIOS PARA LA DETERMINACIÓN DE LA SECCIÓN	4
3.5.3.1 Determinación de la sección por intensidad máxima admisible.....	5
3.5.3.2 Intensidad máxima admisible por cortocircuito durante un tiempo determinado.....	5
3.5.3.3 Caída de tensión máxima en la línea.....	6
3.5.3.4 Potencia máxima a transportar	7
3.5.4 PÉRDIDAS DE POTENCIA EN LA LÍNEA	8

3.5 LÍNEA DE MEDIA TENSIÓN

3.5.1 Objeto del anexo

El objeto de este anexo es calcular la línea, subterránea, de media tensión, que une la red de distribución con el centro de transformación de la granja industrial. También se dimensionará la sección de la línea.

La línea tendrá 200 metros de longitud desde el punto de entronque hasta el centro de transformación de la granja.

3.5.2 CARACTERÍSTICAS DEL CONDUCTOR SUBTERRÁNEO

Los conductores que se emplearán serán de aluminio, compactos de sección circular de varios alambres cableados, escogidos entre los incluidos en la Norma UEFE 1.3.13.01.

La tensión nominal del cable U_0/U se elegirá de acuerdo con la tensión nominal de la red y con sus sistemas de puesta a tierra.

Teniendo en cuenta que la tensión nominal normalizada es de 15 kV y el sistema de protección previsto en las salidas de subestación, la red incluidas en el presente trabajo se puede clasificar como red de 1ª categoría, por lo que la tensión nominal adecuada de los cables a utilizar es de 12/20 kV. Se utilizarán cables con aislamiento de polietileno reticulado (XLPE) de acuerdo con la Norma UEFE 1.3.13.01.

Los conductores utilizados serán unipolares debidamente protegidos contra la corrosión que pueda provocar el terreno donde se instalen y tendrán resistencia mecánica suficiente para soportar los esfuerzos a que pueden estar sometidos.

Los empalmes y conexiones de los conductores subterráneos se efectuarán siguiendo métodos o sistemas que garanticen una perfecta continuidad del conductor y de su aislamiento.

Es recomendable la puesta a tierra de la pantalla del conductor en los empalmes además de los extremos de la línea, con el fin de disminuir la resistencia global a tierra, no debiendo ésta superar los 20Ω .

3.5.2.1 Cables entubados en zanjas

En este tipo de canalización, el cable irá en tubos de plástico de color rojo de 6 metros de longitud y 160 mm de diámetro. Dichos tubos irán siempre acompañados de uno o dos tubos de plástico verde de 110 mm de diámetro, en los que se dejará una guía para la posterior canalización de los cables de telecomunicación y/o fibra óptica.

Los tubos irán alojados en general en zanjas de 1,25 m. de profundidad y una anchura de 80cm cuando contengan hasta tres ternas, de forma que en todo momento la profundidad mínima de la terna más próxima a la superficie del suelo sea de 105 cm.

3.5.2.2 Dimensionado

El trazado de las líneas se realizará de acuerdo con las siguientes consideraciones:

- La longitud de la canalización será lo más corta posible.
- Se ubicará, en terrenos de dominio público, bajo acera, transcurriendo de manera paralela al alcantarillado, se instalarán manteniendo una distancia no inferior a los 50 cm.

3.5.3 CRITERIOS PARA LA DETERMINACIÓN DE LA SECCIÓN

Para la determinación de la sección de los conductores, se precisa realizar un cálculo en base a:

- Intensidad máxima admisible por el cable en servicio permanente.

- Intensidad máxima admisible en cortocircuito durante un tiempo determinado.
- Caída de tensión.
- Potencia máxima a transportar.

Ante todo ha de calcularse la corriente máxima permanente que el cable debe transportar, teniendo en cuenta la potencia a transmitir y la tensión de trabajo nominal.

El transformador de esta granja es de 100 kVA con una tensión de trabajo de 15 kV, por lo que la intensidad máxima de trabajo permanente es de:

$$I_p = \frac{S}{\sqrt{3} \times U} = \frac{100.000}{\sqrt{3} \times 15.000} = 3,849 \text{ A} \quad (3.5.3.1)$$

3.5.3.1 Determinación de la sección por intensidad máxima admisible

La temperatura máxima admisible de los cables está prevista en 90 °C y la temperatura ambiente se supone de 40 °C para la instalación al aire y de 25 °C para instalaciones enterradas.

Como la intensidad máxima de trabajo permanente es de 3,849 A, por este criterio se puede elegir una sección de 16 mm². Tendremos que seguir comprobando dicha sección mediante el resto de los criterios que quedan, para confirmar si esta sección es la óptima.

3.5.3.2 Intensidad máxima admisible por cortocircuito durante un tiempo determinado

Para verificar si la sección elegida es suficiente para soportar la corriente de cortocircuito, conocido el valor de esta última (I_{cc} , en amperios), la densidad de corriente de cortocircuito (A/mm²) para una duración del cortocircuito de 0,1s, se determinará el valor de sección que soportará la corriente de cortocircuito:

$$s = \frac{I_{cc}}{\delta_{cc}} \quad (3.5.3.2.1)$$

I_{cc} : Intensidad eficaz de corriente de fase en el cortocircuito en A.

s : Sección del conductor en mm^2 .

δ : Densidad de corriente de cortocircuito en A/mm^2 para 0,1s.

Como puede comprobarse en el apartado de cálculos del Anexo del Centro de Transformación, la intensidad de cortocircuito es de 14,4kA, luego:

$$s = \frac{I_{cc}}{\delta_{cc}} = \frac{14.400}{298} = 48,3221 \text{ mm}^2 \quad (3.5.3.2.2)$$

Según este criterio la sección sería de 50mm^2 , por lo que la sección hallada anteriormente no es apropiada.

3.5.3.3 Caída de tensión máxima en la línea

Se aplica la siguiente fórmula:

$$\Delta U = \sqrt{3} \times L \times I \times (R \times \cos\varphi + X \times \sin\varphi) \quad (3.5.3.3.1)$$

Dónde:

ΔU : Caída de tensión (V).

I : Intensidad de la línea.

L : Longitud de la línea (200 m).

R : Resistencia del conductor, ohm/km.

X : Reactancia inductiva del conductor, ohm/km.

$\cos \varphi$: 0,8.

$$I = \frac{s}{\sqrt{3} \times U} = \frac{100.000}{\sqrt{3} \times 15.000} = 3,849 \text{ A} \quad (3.5.3.3.2)$$

Entonces:

$$\Delta U = \sqrt{3} \times 0,2 \times 3,849 \times (0,403 \times 0,8 + 0,12 \times 0,6) = 0,525V (0,00262\%) \quad (3.5.3.3.3)$$

Por lo tanto la sección escogida es válida, dado que no llega al 1% de caída de tensión.

El cable utilizado es un cable de la marca Prysmian tipo RHZ1-2OL, tensión 12/20 Kv. Norma UNE HD 620-5E.

Los tres cables utilizados serán cables unipolares VOLTALENE-H Hydrocatcher de aluminio, de sección $1 \times 95 \text{ mm}^2$ para 20 KV, con las siguientes características:

- Sección nominal: 95 mm^2 .
- Diámetro exterior: $29,5 \text{ mm}$.
- Diámetro cuerda min./máx.: $11,2/12,2 \text{ mm}$.
- Diámetro de la pantalla: $21,7 \text{ mm}$.
- Resistencia máxima en c.a y 90°C : $0,403 \text{ ohm/km}$.
- Reactancia inductiva: $0,120 \text{ ohm/km}$.
- Reactancia capacitiva: $0,221 \text{ }\mu\text{F/Km}$.
- Peso aproximado: 1085 kg/km .

3.5.3.4 Potencia máxima a transportar

La potencia máxima que puede transportar el cable se calcula con la siguiente fórmula:

$$P_{\max} = \sqrt{3} \times U \times I_{\max} \times \cos\varphi \quad (3.5.3.4.1)$$

Dónde:

P máx: Potencia máxima a transportar.

U: Tensión de la línea en KV.

I máx: Intensidad máxima admisible por el conductor.

$$P_{\text{máx}} = \sqrt{3} \times 15.000 \times 190 \times 0,8 = 3.949,07 \text{ Kw} \quad (3.5.3.4.2)$$

$$S_{\text{máx}} = \sqrt{3} \times 15.000 \times 190 = 4.936,34 \text{ KVA} \quad (3.5.3.4.3)$$

Potencia muy superior a los 100 kVA que necesitamos.

3.5.4 PÉRDIDAS DE POTENCIA EN LA LÍNEA

La fórmula a aplicar para determinar este cálculo:

$$\Delta P = 3 \times R \times L \times I^2 \quad (3.5.4.1)$$

Dónde:

ΔP : Pérdidas de potencia en vatios.

R: Resistencia del conductor en Ω/Km .

L: Longitud de la línea en Km.

I: Intensidad de la línea en amperios.

$$\Delta P = 3 \times 0,403 \times 0,2 \times 3,849^2 = 3,5822 \text{ W} \quad (3.5.4.2)$$

Perdidas de potencia en %:

$$\Delta P (\%) = (\Delta P / (S \times \cos\phi)) \times 100 \quad (3.5.4.3)$$

$$\Delta P (\%) = (3,5822 / (100.000 \times 0,8)) \times 100 = 0,004477 \% \quad (3.5.4.4)$$

TÍTULO: **INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE GRANJA DESTINADA A
VACUNO CON APOORTE DE ENERGÍA RENOVABLE**

ANEXO VI: CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

PETICIONARIO: **ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA**
AVDA. 19 DE FEBRERO, S/N
15405 - FERROL

FECHA: **SEPTIEMBRE 2014**

AUTOR: **IVAN GARCIA REBOREDO**

Fdo.: Iván García Reboredo

ANEXO VI: CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	1
3.6 CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.....	4
3.6.1 OBJETO DEL ANEXO	4
3.6.2 Características principales	4
3.6.3 Reglamentación y Disposiciones Oficiales	4
3.6.4 Características Generales del Centro de Transformación	6
3.6.5 Programa de necesidades y potencia instalada en kVA	6
3.6.6 Descripción de la instalación.....	7
3.6.6.1 Obra Civil	7
3.6.6.1.1 Características de los Materiales	7
3.6.7 Instalación Eléctrica	9
3.6.7.1 Características de la Red de Alimentación	9
3.6.7.2 Características de la Aparata de Media Tensión	9
3.6.7.3 Características Descriptivas de las Celdas y Transformadores de Media Tensión	12
3.6.7.4 Características Descriptivas de los Cuadros de Baja Tensión.....	17
3.6.7.5 Características del material vario de Media Tensión y Baja Tensión.	18
3.6.7.6 Medida de la energía eléctrica	19
3.6.7.6.1 Unidades de protección, automatismo y control	19
3.6.7.7 Puesta a tierra.....	22
3.6.7.7.1 Tierra de protección	22
3.6.7.7.2 Tierra de servicio	22
3.6.7.8 Instalaciones secundarias.....	22
3.6.7.8.1 Alumbrado.....	22
3.6.7.8.2 Protección contra incendios	22
3.6.7.8.3 Armario de primeros auxilios.....	23
3.6.7.8.4 Medidas de seguridad.....	23

3.6.8 CÁLCULOS.....	24
3.6.8.1 Intensidad de Media Tensión	24
3.6.8.2 Intensidad de Baja Tensión	24
3.6.8.3 Cortocircuitos	25
3.6.8.3.1 Cálculo de las intensidades de cortocircuito	25
3.6.8.3.2 Cortocircuito en el lado de Media Tensión	26
3.6.8.3.3 Cortocircuito en el lado de Baja Tensión	26
3.6.8.4 Dimensionado del embarrado	26
3.6.8.4.1 Comprobación por densidad de corriente	27
3.6.8.4.2 Comprobación por sollicitación electrodinámica	27
3.6.8.4.3 Comprobación por sollicitación térmica	27
3.6.8.5 Protección contra sobrecargas y cortocircuitos.....	28
3.6.8.6 Dimensionado de los puentes de MT.....	28
3.6.8.7 Dimensionado de la ventilación del Centro de Transformación.	28
3.6.8.8 Dimensionado del pozo apagafuegos.....	29
3.6.8.9 Cálculo de las instalaciones de puesta a tierra	29
3.6.8.9.1 Investigación de las características del suelo	29
3.6.8.9.2 Determinación de las corrientes máximas de puesta a tierra y del tiempo máximo correspondiente a la eliminación del defecto	29
3.6.8.9.3 Diseño preliminar de la instalación de tierra	31
3.6.8.9.4 Cálculo de la resistencia del sistema de tierra	31
3.6.8.9.5 Cálculo de las tensiones de paso en el interior de la instalación	35
3.6.8.9.6 Cálculo de las tensiones de paso en el exterior de la instalación ...	36
3.6.8.9.7 Cálculo de las tensiones aplicadas	37
3.6.8.9.8 Investigación de las tensiones transferibles al exterior	39
3.5.8.9.9 Corrección y ajuste del diseño inicial	39

3.6 CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

3.6.1 OBJETO DEL ANEXO

El objeto del presente anexo es el de definir las condiciones técnicas, de ejecución y económicas de un Centro de Transformación de características normalizadas cuyo fin es suministrar energía eléctrica en baja tensión a una granja industrial, así como justificar y valorar los materiales empleados en el mismo.

3.6.2 Características principales

Potencia del transformador: 100 Kva.

Refrigeración del transformador: Silicona.

Volumen de dieléctrico del transformador: 150 l.

3.6.3 Reglamentación y Disposiciones Oficiales

Se ha tenido en cuenta la siguiente reglamentación:

- Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Líneas Eléctricas de Alta Tensión. Aprobado por Real Decreto 223/2008, de 15 de febrero. Modificado según el Real Decreto 560/2010, de 7 de mayo y el REAL DECRETO 560/2010, de 7 de mayo
- Instrucciones Técnicas Complementarias del Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Líneas Eléctricas de Alta Tensión.
- Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación. Aprobado por Real Decreto 3.275/1982, de 12 noviembre, B.O.E. 01-12-1982.

- Instrucciones Técnicas Complementarias del Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación. Real Decreto 3275/1982. Aprobadas por Orden del MINISTERIO de 18 de octubre de 1984, B.O.E. 25-10-1984.
- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión. Aprobado por Decreto 842/2002, de 02 de agosto, B.O.E. 224 de 18-09-2002.
- Instrucciones Técnicas Complementarias, denominadas MI-BT. Aprobadas por Orden del MINISTERIO de 18 de septiembre de 2002.
- Modificaciones a las Instrucciones Técnicas Complementarias. Hasta el 10 de marzo de 2000.
- Autorización de Instalaciones Eléctricas. Aprobado por Ley 40/94, de 30 de diciembre, B.O.E. de 31-12-1994.
- Ordenación del Sistema Eléctrico Nacional y desarrollos posteriores. Aprobado por Ley 40/1994, B.O.E. 31-12-1994.
- Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica (B.O.E. de 27 de diciembre de 2000).
- Real Decreto 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico. (BOE núm. 148 de 21 de junio de 2001)
- Ley de Regulación del Sector Eléctrico, Ley 24/2013, de 26 de diciembre.

- Reglamento de Verificaciones Eléctricas y Regularidad en el Suministro de Energía, Decreto de 12 Marzo de 1954 y Real Decreto 1725/84 de 18 de Julio.
- NTE-IEP. Norma tecnológica de 24-03-1973, para Instalaciones Eléctricas de Puesta a Tierra.
- Normas UNE / IEC.
- Ordenanzas municipales del ayuntamiento donde se ejecute la obra.
- Condicionados que puedan ser emitidos por organismos afectados por las instalaciones.
- Normas particulares de la compañía suministradora.

3.6.4 Características Generales del Centro de Transformación

El Centro de Transformación, tipo cliente, objeto de este trabajo tiene la misión de suministrar energía, realizándose la medición de la misma en Media Tensión.

La energía será suministrada por la compañía CHC ENERGÍA a la tensión trifásica de 15 kV y frecuencia de 50 Hz, realizándose la acometida por medio de cables subterráneos.

Los tipos generales de equipos de media tensión empleados en este trabajo son:

- CGMCOSMOS: Celdas modulares de aislamiento y corte en gas, extensibles "in situ" a derecha e izquierda, sin necesidad de reponer gas.

3.6.5 Programa de necesidades y potencia instalada en kVA

Se precisa el suministro de energía a una tensión de 400 V, con una potencia máxima simultánea de 67,696 kW.

En el caso de lo proyectado, la solución adoptada es la construcción de un C.T. en propiedad del usuario con una potencia de 100 kVA.

3.6.6 Descripción de la instalación

3.6.6.1 Obra Civil

El centro de transformación estará ubicado en un edificio de transformación independiente destinado únicamente a esta finalidad.

El acceso al C.T. estará restringido al personal de la compañía eléctrica suministradora y al personal de mantenimiento autorizado. Se dispondrá de una puerta peatonal cuyo sistema de cierre permitirá el acceso a ambos tipos de personal, teniendo en cuenta que el primero lo hará con la llave normalizada por la compañía eléctrica suministradora.

El Centro de Transformación objeto de este trabajo consta de una única envolvente, en la que se encuentra toda la aparamenta eléctrica, máquinas y demás equipos.

3.6.6.1.1 Características de los Materiales

Los Centros de Transformación PFU, de superficie y maniobra interior, constan de una envolvente de hormigón, de estructura monobloque, en cuyo interior se incorporan todos los componentes eléctricos, desde la aparamenta de MT, hasta los cuadros de BT, incluyendo los transformadores, dispositivos de control e interconexiones entre los diversos elementos.

- Envolvente:

La envolvente de estos centros es de hormigón armado vibrado. Se compone de dos partes: una que aglutina el fondo y las paredes, que incorpora las puertas y rejillas de ventilación natural, y otra que constituye el techo.

Las piezas construidas en hormigón ofrecen una resistencia característica de 300 kg/cm². Las puertas y rejillas están aisladas eléctricamente, presentando una resistencia de 10 kOhm respecto de la tierra de la envolvente.

En la parte inferior de las paredes frontal y posterior se sitúan los orificios de paso para los cables de MT y BT.

El espacio para el transformador, diseñado para alojar el volumen de líquido refrigerante de un eventual derrame, dispone de dos perfiles en forma de "U", que se pueden deslizar en función de la distancia entre las ruedas del transformador.

- Placa piso:

Sobre la placa base y a una altura de unos 400 mm se sitúa la placa piso, que se sustenta en una serie de apoyos sobre la placa base y en el interior de las paredes, permitiendo el paso de cables de MT y BT a los que se accede a través de unas troneras cubiertas con losetas.

- Accesos:

En la pared frontal se sitúan las puertas de acceso de peatones, las puertas del transformador (ambas con apertura de 180°) y las rejillas de ventilación. Todos estos materiales están fabricados en chapa de acero.

- Ventilación:

Las rejillas de ventilación natural están formadas por lamas en forma de "V" invertida, diseñadas para formar un laberinto que evita la entrada de agua de lluvia en el Centro de Transformación y se complementa cada rejilla interiormente con una malla mosquitera.

- Acabado:

El acabado de las superficies exteriores se efectúa con pintura acrílica rugosa de color blanco en las paredes y marrón en el perímetro de la cubierta o techo, puertas y rejillas de ventilación.

- Alumbrado:

El equipo va provisto de alumbrado conectado y gobernado desde el cuadro de BT, el cual dispone de un interruptor para realizar dicho cometido.

- Cimentación

Para la ubicación de los Centros de Transformación PFU es necesaria una excavación, cuyas dimensiones variarán en función de la solución adoptada para la red de tierras, sobre cuyo fondo se extiende una capa de arena compactada y nivelada de 100 mm de espesor.

3.6.7 Instalación Eléctrica

3.6.7.1 Características de la Red de Alimentación

La red de la cual se alimenta el Centro de Transformación es del tipo subterráneo, con una tensión de 15 kV, nivel de aislamiento según la MIE-RAT 12, y una frecuencia de 50 Hz.

La potencia de cortocircuito en el punto de acometida, según los datos suministrados por la compañía eléctrica, es de 375 MVA, lo que equivale a una corriente de cortocircuito de 14,4 kA eficaces.

3.6.7.2 Características de la Aparata de Media Tensión

Usaremos celdas CGMcosmos, estas forman un sistema de equipos modulares de reducidas dimensiones para MT, con aislamiento y corte en gas, cuyos embarrados se conectan utilizando unos elementos de unión patentados por ORMAZABAL y denominados ORMALINK, consiguiendo una conexión totalmente

apantallada, e insensible a las condiciones externas (polución, salinidad, inundación, etc.).

Las partes que componen estas celdas son:

- Base y frente:

La base soporta todos los elementos que integran la celda. La rigidez mecánica de la chapa y su galvanizado garantizan la indeformabilidad y resistencia a la corrosión de esta base. La altura y diseño de esta base permite el paso de cables entre celdas sin necesidad de foso (para la altura de 1740 mm), y facilita la conexión de los cables frontales de acometida.

La parte frontal incluye en su parte superior la placa de características eléctricas, la mirilla para el manómetro, el esquema eléctrico de la celda, los accesos a los accionamientos del mando y el sistema de alarma sonora de puesta a tierra. En la parte inferior se encuentra el dispositivo de señalización de presencia de tensión y el panel de acceso a los cables y fusibles. En su interior hay una pletina de cobre a lo largo de toda la celda, permitiendo la conexión a la misma del sistema de tierras y de las pantallas de los cables.

Lleva además un sistema de alarma sonora de puesta a tierra, que suena cuando habiendo tensión en la línea se introduce la palanca en el eje del seccionador de puesta a tierra. Al introducir la palanca en esta posición, un sonido indica que puede realizarse un cortocircuito o un cero en la red si se efectúa la maniobra.

- Cuba

La cuba, fabricada en acero inoxidable de 2 mm de espesor, contiene el interruptor, el embarrado y los portafusibles, y el gas se encuentra en su interior a una presión absoluta de 1,15 bar (salvo para celdas especiales). El sellado de la cuba permite el mantenimiento de los requisitos de operación segura durante más de 30 años, sin necesidad de reposición de gas.

Esta cuba cuenta con un dispositivo de evacuación de gases que, en caso de arco interno, permite su salida hacia la parte trasera de la celda, evitando así, con

ayuda de la altura de las celdas, su incidencia sobre las personas, cables o la aparamenta del Centro de Transformación.

En su interior se encuentran todas las partes activas de la celda (embarrados, interruptor-seccionador, puesta a tierra, tubos portafusible).

- Interruptor/Seccionador/Seccionador de puesta a tierra:

El interruptor disponible en el sistema CGMcosmos tiene tres posiciones: conectado, seccionado y puesto a tierra.

La actuación de este interruptor se realiza mediante palanca de accionamiento sobre dos ejes distintos: uno para el interruptor (conmutación entre las posiciones de interruptor conectado e interruptor seccionado); y otro para el seccionador de puesta a tierra de los cables de acometida (que conmuta entre las posiciones de seccionado y puesto a tierra).

- Mando:

Los mandos de actuación son accesibles desde la parte frontal, pudiendo ser accionados de forma manual.

- Conexión de cables

La conexión de cables se realiza desde la parte frontal mediante unos pasatapas estándar.

- Enclavamientos

La función de los enclavamientos incluidos en todas las celdas CGMcosmos es que:

- No se pueda conectar el seccionador de puesta a tierra con el aparato principal cerrado, y recíprocamente, no se pueda cerrar el aparato principal si el seccionador de puesta a tierra está conectado.
- No se pueda quitar la tapa frontal si el seccionador de puesta a tierra está abierto, y a la inversa, no se pueda abrir el seccionador de puesta a tierra cuando la tapa frontal ha sido extraída.

3.6.7.3 Características Descriptivas de las Celdas y Transformadores de Media Tensión

- Entrada / Salida 1: CGMCOSMOS-L Interruptor-seccionador:

Celda con envolvente metálica, fabricada por ORMAZABAL, formada por un módulo con las siguientes características:

La celda CML de línea, está constituida por un módulo metálico con aislamiento y corte en gas, que incorpora en su interior un embarrado superior de cobre, y una derivación con un interruptor-seccionador rotativo, con capacidad de corte y aislamiento, y posición de puesta a tierra de los cables de acometida inferior-frontal mediante bornas enchufables. Presenta también captadores capacitivos para la detección de tensión en los cables de acometida.

- Características eléctricas:

- Tensión asignada: 24 Kv.
 - Intensidad asignada: 400 A.
 - Intensidad de corta duración (1 s), eficaz: 16 kA.
 - Intensidad de corta duración (1 s), cresta: 40 kA.
-
- Nivel de aislamiento:
 - Frecuencia industrial (1 min) a tierra y entre fases: 28 kV.

- Impulso tipo rayo a tierra y entre fases (cresta): 75 kV.
- Capacidad de cierre (cresta): 40 kA.
- Capacidad de corte:
 - Corriente principalmente activa: 400 A.
- Características físicas:
 - Ancho: 365 mm.
 - Fondo: 735 mm.
 - Alto: 1740 mm.
 - Peso: 95 kg.

Celda con envolvente metálica, fabricada por ORMAZABAL, formada por un módulo con las siguientes características:

La celda CGMcosmos-P de protección con fusibles, está constituida por un módulo metálico con aislamiento y corte en gas, que incorpora en su interior un embarrado superior de cobre, y una derivación con un interruptor-seccionador rotativo, con capacidad de corte y aislamiento, y posición de puesta a tierra de los cables de acometida inferior-frontal mediante bornas enchufables, y en serie con él, un conjunto de fusibles fríos, combinados o asociados a ese interruptor. Presenta también captadores capacitivos para la detección de tensión en los cables de acometida y puede llevar un sistema de alarma sonora de puesta a tierra, que suena cuando habiendo tensión en la línea se introduce la palanca en el eje del seccionador de puesta a tierra. Al introducir la palanca en esta posición, un sonido indica que puede realizarse un cortocircuito o un cero en la red si se efectúa la maniobra.

- Características eléctricas:
 - Tensión asignada: 24 kV.
 - Intensidad asignada en el embarrado: 400 A.
 - Intensidad asignada en la derivación: 200 A.
 - Intensidad fusibles: 3x16 A.
 - Intensidad de corta duración (1 s), eficaz: 16 kA.
 - Intensidad de corta duración (1 s), cresta: 40 kA.

- Nivel de aislamiento
 - Frecuencia industrial (1 min) a tierra y entre fases: 50 kV.
 - Impulso tipo rayo a tierra y entre fases (cresta): 125 kV.

- Capacidad de cierre (cresta): 40 kA.

- Capacidad de corte
 - Corriente principalmente activa: 400 A.

- Características físicas:
 - Ancho: 470 mm.
 - Fondo: 735 mm.
 - Alto: 1740 mm.
 - Peso: 140 kg.

- Medida: *CGMCOSMOS-M Medida:*

Celda con envolvente metálica, fabricada por ORMAZABAL, formada por un módulo con las siguientes características:

La celda CGMcosmos-M de medida es un módulo metálico, construido en chapa galvanizada, que permite la incorporación en su interior de los transformadores de tensión e intensidad que se utilizan para dar los valores correspondientes a los aparatos de medida, control y contadores de medida de energía.

Por su constitución, esta celda puede incorporar los transformadores de cada tipo (tensión e intensidad), normalizados en las distintas compañías suministradoras de electricidad.

La tapa de la celda cuenta con los dispositivos que evitan la posibilidad de contactos indirectos y permiten el sellado de la misma, para garantizar la no manipulación de las conexiones.

- Características eléctricas:

- Tensión asignada: 24 kV.

- Características físicas:

- Ancho: 800 mm.
- Fondo: 1025 mm.
- Alto: 1740 mm.
- Peso: 165 kg.
- Transformadores de medida: 3 TT y 3 TI

De aislamiento seco y construido atendiendo a las correspondientes normas UNE y CEI, con las siguientes características:

- Transformadores de tensión:
 - Relación de transformación: $16500 / \sqrt{3} / 110 / \sqrt{3} - 110/3 \text{ V}$
- Sobretensión admisible:
 - En permanencia: 1,2 Un en permanencia y 1,9 Un durante 8 horas.
- Medida:
 - Potencia: 25 VA.
 - Clase de precisión: 0,5.
- Protección:
 - Potencia: 50 VA.
 - Clase de precisión: 3 P.
- Transformadores de intensidad:
 - Relación de transformación: $5 - 10 / 5 \text{ A}$.
 - Intensidad térmica: $80 I_n$ (mín. 5 kA).
 - Sobreintensidad admisible en permanencia: $F_s \leq 5$
- Medida:
 - Potencia: 15 VA.
 - Clase de precisión: 0,5 s.
- Protección:
 - Potencia: 15 VA.
 - Clase de precisión: 5 P 10.

- Transformador 1: Transformador silicona 24 Kv:

Transformador trifásico reductor de tensión, construido según las normas citadas anteriormente, de marca COTRADIS, con neutro accesible en el secundario, de potencia 100 kVA y refrigeración natural silicona, de tensión primaria 15 kV y tensión secundaria 420 V en vacío (B2).

3.6.7.4 Características Descriptivas de los Cuadros de Baja Tensión

- Cuadros BT - B2 Transformador 1: Interruptor automático BT

El Cuadro de Baja Tensión (CBT), es un conjunto de apartamento de BT cuya función es recibir el circuito principal de BT procedente del transformador MT/BT y distribuirlo en un número determinado de circuitos individuales.

El cuadro tiene las siguientes características:

- Interruptor automático de 160 A.
 - 4 Salidas formadas por bases portafusibles.
 - Interruptor diferencial bipolar de 25 A, 30 Ma.
 - Base portafusible de 32 A y cartucho portafusible de 20 A.
 - Base enchufe bipolar con toma de tierra de 16 A/ 250 V.
 - Bornas(alimentación a alumbrado) y pequeño material.
-
- Características eléctricas:
 - Tensión asignada: 440 V.
 - Nivel de aislamiento:
 - Frecuencia industrial (1 min):

A tierra y entre fases: 10 Kv.

Entre fases: 2,5 Kv.

- Impulso tipo rayo:

A tierra y entre fases: 20 Kv.

- Dimensiones:

- Altura: 580 mm.
- Anchura: 300 mm.
- Fondo: 1820 mm.

3.6.7.5 Características del material vario de Media Tensión y Baja Tensión

El material vario del Centro de Transformación es aquel que, aunque forma parte del conjunto del mismo, no se ha descrito en las características del equipo ni en las características de la aparamenta.

- Interconexiones de MT:

- Puentes MT Transformador 1: Cables MT 12/20 kV
- Cables MT 12/20 kV del tipo RHZ1, unipolares, con conductores de sección y material 1x95 Al.

La terminación al transformador es EUROMOLD de 24 kV del tipo cono difusor y modelo OTK.

En el otro extremo, en la celda, es EUROMOLD de 24 kV del tipo enchufable recta y modelo K-152.

- Interconexiones de BT:

- Puentes BT - B2 Transformador 1: Puentes transformador-cuadro

Juego de puentes de cables de BT, de sección y material Al (Etileno-Propileno) sin armadura, y todos los accesorios para la conexión, formados por un grupo de cables en la cantidad 1xfase + 1xneutro.

- Defensa de transformadores:

- Defensa de Transformador 1: Protección física transformador

Protección metálica para defensa del transformador.

- Equipos de iluminación:

- Iluminación Edificio de Transformación: Equipo de iluminación

Equipo de alumbrado que permita la suficiente visibilidad para ejecutar las maniobras y revisiones necesarias en los centros.

Equipo autónomo de alumbrado de emergencia y señalización de la salida del local.

3.6.7.6 Medida de la energía eléctrica

El conjunto consta de un contador tarificador electrónico multifunción, un registrador electrónico y una regleta de verificación. Todo ello va en el interior de un armario homologado para contener estos equipos.

3.6.7.6.1 Unidades de protección, automatismo y control

- Unidad de Protección: ekorPT:

Unidad digital de protección desarrollada para su aplicación en la función de protección de transformadores. Aporta a la protección de fusibles protección contra sobrecargas y defectos fase-tierra de bajo valor. Es autoalimentado a partir de 5 A a través de transformadores de intensidad toroidales, comunicable y configurable por software con histórico de disparos.

- Características:

- Rango de potencias: 50 kVA - 2500 Kva.
- Fases (3 x 50/51).
- Neutro (50N / 51N).
- Neutro Sensible (50Ns / 51Ns).
- Disparo exterior: Función de protección (49T).
- Detección de faltas a tierra desde 0,5 A.
- Bloqueo de disparo interruptor: 1200 A y 300 A.
- Evita fusiones no seguras de fusibles (zona I3).
- Posibilidad de pruebas por primario y secundario.
- Configurable por software (RS-232) y comunicable (RS-485).
- Histórico de disparos.
- Medidas de intensidad: I1, I2, I3 e Io.
- Opcional con control integrado (alimentación auxiliar).

- Elementos:

- Relé electrónico que dispone en su carátula frontal de teclas y display digital para realizar el ajuste y visualizar los parámetros de protección, medida y control. Para la comunicación dispone de un puerto frontal RS232 y en la parte trasera un puerto RS485 (5 kV).
- Los sensores de intensidad son transformadores toroidales que tienen una relación de 300 A / 1 A. Para la opción de protección homopolar ultrasensible se coloca un toroidal adicional que abarca las tres fases. En el

caso de que el equipo sea autoalimentado (desde 5 A por fase) se debe colocar 1 sensor adicional por fase.

- La tarjeta de de alimentación acondiciona la señal de los transformadores de autoalimentación y la convierte en una señal de CC para alimentar el relé de forma segura. Dispone de una entrada de 230 Vca para alimentación auxiliar exterior con un nivel de aislamiento de 10 kV.
- El disparador biestable es un actuador electromecánico de bajo consumo integrado en el mecanismo de maniobra del interruptor.
- Otras características:
 - $I_{th}/I_{din} = 20 \text{ kA} / 50 \text{ kA}$.
 - Temperatura = $-10 \text{ }^{\circ}\text{C}$ a $60 \text{ }^{\circ}\text{C}$.
 - Frecuencia = 50 Hz; $60 \text{ Hz} \pm 1 \%$.
- Ensayos:
 - De aislamiento según 60255-5.
 - De compatibilidad electromagnética según CEI 60255-22-X, CEI 61000-4-X y EN 50081-2/55011.
 - Climáticos según CEI 60068-2-X.
 - Mecánicos según CEI 60255-21-X.
 - De potencia según CEI 60265 y CEI 60056.

Así mismo este producto cumple con la directiva de la Unión Europea sobre compatibilidad electromagnética 89/336/EEC y con la CEI 60255. Esta conformidad es resultado de un ensayo realizado según el artículo 10 de la directiva, y recogido en el protocolo B131-01-69-EE acorde a las normas genéricas EN 50081 y EN 50082.

3.6.7.7 Puesta a tierra

3.6.7.7.1 Tierra de protección

Todas las partes metálicas no unidas a los circuitos principales de todos los aparatos y equipos instalados en el Centro de Transformación se unen a la tierra de protección: envolventes de las celdas y cuadros de BT, rejillas de protección, carcasa de los transformadores, etc. , así como la armadura del edificio (si éste es prefabricado). No se unirán, por contra, las rejillas y puertas metálicas del centro, si son accesibles desde el exterior

3.6.7.7.2 Tierra de servicio

Con objeto de evitar tensiones peligrosas en BT, debido a faltas en la red de MT, el neutro del sistema de BT se conecta a una toma de tierra independiente del sistema de MT, de tal forma que no exista influencia en la red general de tierra, para lo cual se emplea un cable de cobre aislado.

3.6.7.8 Instalaciones secundarias

3.6.7.8.1 Alumbrado

El interruptor se situará al lado de la puerta de entrada, de forma que su accionamiento no represente peligro por su proximidad a la MT.

El interruptor accionará los puntos de luz necesarios para la suficiente y uniforme iluminación de todo el recinto del centro.

3.6.7.8.2 Protección contra incendios

Según la MIE-RAT 14 al ser el transformador de aislamiento de silicona no es necesario instalar sistemas de protección contra incendios, aunque deberá instalarse de forma que el calor generado no suponga riesgo de incendio para los materiales próximos.

3.6.7.8.3 Armario de primeros auxilios

El Centro de Transformación cuenta con un armario de primeros auxilios.

3.6.7.8.4 Medidas de seguridad

Para la protección del personal y equipos, se debe garantizar que:

- 1- No será posible acceder a las zonas normalmente en tensión, si éstas no han sido puestas a tierra. Por ello, el sistema de enclavamientos interno de las celdas debe afectar al mando del aparato principal, del seccionador de puesta a tierra y a las tapas de acceso a los cables.
- 2- Las celdas de entrada y salida serán con aislamiento integral y corte en gas, y las conexiones entre sus embarrados deberán ser apantalladas, consiguiendo con ello la insensibilidad a los agentes externos, y evitando de esta forma la pérdida del suministro en los Centros de Transformación interconectados con éste, incluso en el eventual caso de inundación del Centro de Transformación.
- 3- Las bornas de conexión de cables y fusibles serán fácilmente accesibles a los operarios de forma que, en las operaciones de mantenimiento, la posición de trabajo normal no carezca de visibilidad sobre estas zonas.
- 4- Los mandos de la aparamenta estarán situados frente al operario en el momento de realizar la operación, y el diseño de la aparamenta protegerá al operario de la salida de gases en caso de un eventual arco interno.
- 5- El diseño de las celdas impedirá la incidencia de los gases de escape, producidos en el caso de un arco interno, sobre los cables de MT y BT. Por ello, esta salida de gases no debe estar enfocada en ningún caso hacia el foso de cable.

3.6.8 CÁLCULOS

3.6.8.1 Intensidad de Media Tensión

La intensidad primaria en un transformador trifásico viene dada por la expresión:

$$I_p = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U_p} \quad (3.6.8.1.1)$$

Dónde:

P = Potencia del transformador (Kva).

U_p = Tensión primaria (kV).

I_p = Intensidad primaria (A).

En el caso que nos ocupa, la tensión primaria de alimentación es de 15 kV.

Para el único transformador de este Centro de Transformador, la potencia es de 100 kVA.

- I_p = 3,8 A.

3.6.8.2 Intensidad de Baja Tensión

Para el único transformador de este Centro de Transformador, la potencia es de 100 kVA, y la tensión secundaria es de 420 V en vacío.

La intensidad secundaria en un transformador trifásico viene dada por la expresión:

$$I_s = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U_s} \quad (3.6.8.1.2)$$

Dónde:

P = Potencia del transformador (kVA).

U_s = Tensión en el secundario (Kv).

I_s = Intensidad en el secundario (A).

La intensidad en las salidas de 420 V en vacío puede alcanzar el valor

- $I_s = 137,5$ A.

3.6.8.3 Cortocircuitos

3.6.8.3.1 Cálculo de las intensidades de cortocircuito

Para el cálculo de la corriente de cortocircuito en la instalación, se utiliza la expresión:

$$I_{ccp} = \frac{S_{cc}}{\sqrt{3} \cdot U_p} \quad (3.6.8.3.1.1)$$

Dónde:

S_{cc} = Potencia de cortocircuito de la red (MVA).

U_p = Tensión de servicio (Kv).

I_{ccp} = Corriente de cortocircuito (kA).

Para los cortocircuitos secundarios, se va a considerar que la potencia de cortocircuito disponible es la teórica de los transformadores de MT-BT, siendo por ello más conservadores que en las consideraciones reales.

La corriente de cortocircuito del secundario de un transformador trifásico, viene dada por la expresión:

$$I_{ccs} = \frac{100 \cdot P}{\sqrt{3} \cdot E_{cc} \cdot U_s}$$

(3.6.8.3.1.2)

Dónde:

P = Potencia de transformador (kVA).

E_{cc} = Tensión de cortocircuito del transformador (%).

U_s = Tensión en el secundario (V).

I_{ccs} = Corriente de cortocircuito (Ka).

3.6.8.3.2 Cortocircuito en el lado de Media Tensión

Utilizando la ecuación 3.6.8.3.1.1, en el que la potencia de cortocircuito es de 375 MVA y la tensión de servicio 15 kV, la intensidad de cortocircuito es:

- $I_{ccp} = 14,4 \text{ kA}$

3.6.8.3.3 Cortocircuito en el lado de Baja Tensión

Para el único transformador de este Centro de Transformación, la potencia es de 100 kVA, la tensión porcentual del cortocircuito del 4%, y la tensión secundaria es de 420 V en vacío.

La intensidad de cortocircuito en el lado de BT con 420 V en vacío será, según la fórmula 3.5.8.3.1.1:

- $I_{ccs} = 3,4 \text{ kA}$.

3.6.8.4 Dimensionado del embarrado

Las celdas fabricadas por ORMAZABAL han sido sometidas a ensayos para certificar los valores indicados en las placas de características, por lo que no es necesario realizar cálculos teóricos ni hipótesis de comportamiento de celdas.

3.6.8.4.1 Comprobación por densidad de corriente

La comprobación por densidad de corriente tiene por objeto verificar que el conductor indicado es capaz de conducir la corriente nominal máxima sin superar la densidad máxima posible para el material conductor. Esto, además de mediante cálculos teóricos, puede comprobarse realizando un ensayo de intensidad nominal, que con objeto de disponer de suficiente margen de seguridad, se considerará que es la intensidad del bucle, que en este caso es de 400 A.

3.6.8.4.2 Comprobación por sollicitación electrodinámica

La intensidad dinámica de cortocircuito se valora en aproximadamente 2,5 veces la intensidad eficaz de cortocircuito calculada en el apartado 3.5.8.3.1.1 de este capítulo, por lo que:

- $I_{cc(din)} = 36,1 \text{ kA}$.

3.6.8.4.3 Comprobación por sollicitación térmica

La comprobación térmica tiene por objeto comprobar que no se producirá un calentamiento excesivo de la aparamenta por defecto de un cortocircuito. Esta comprobación se puede realizar mediante cálculos teóricos, pero preferentemente se debe realizar un ensayo según la normativa en vigor. En este caso, la intensidad considerada es la eficaz de cortocircuito, cuyo valor es:

- $I_{cc(ter)} = 14,4 \text{ kA}$.

3.6.8.5 Protección contra sobrecargas y cortocircuitos

Los transformadores están protegidos tanto en MT como en BT. En MT la protección la efectúan las celdas asociadas a esos transformadores, mientras que en BT la protección se incorpora en los cuadros de las líneas de salida.

La celda de protección de este transformador incorpora el relé ekorRPT, que permite que la celda, además de protección contra cortocircuitos, proteja contra sobreintensidades o sobrecargas y contra fugas a tierra. Se consigue así que la celda de protección con fusibles realice prácticamente las mismas funciones que un interruptor automático, pero con velocidad muy superior de los fusibles en el caso de cortocircuitos. De esta forma se limitan los efectos térmicos y dinámicos de las corrientes de cortocircuitos y se protege de una manera más efectiva la instalación.

3.6.8.6 Dimensionado de los puentes de MT

Los cables que se utilizan en esta instalación, descritos en la memoria, deberán ser capaces de soportar los parámetros de la red.

La intensidad nominal demandada por este transformador es igual a 3,8 A que es inferior al valor máximo admisible por el cable.

Este valor es de 150 A para un cable de sección de 50 mm² de Al según el fabricante.

3.6.8.7 Dimensionado de la ventilación del Centro de Transformación.

- 97624-1-E, para ventilación de transformador de potencia hasta 1000 kVA
- 960124-CJ-EB-01, para ventilación de transformador de potencia hasta 1600 kVA

3.6.8.8 Dimensionado del pozo apagafuegos

Al no haber transformadores de aceite como refrigerante, no es necesaria la existencia de pozos apagafuegos.

3.6.8.9 Cálculo de las instalaciones de puesta a tierra

3.6.8.9.1 Investigación de las características del suelo

El Reglamento de Alta Tensión indica que para instalaciones de tercera categoría, y de intensidad de cortocircuito a tierra inferior o igual a 16 kA no será imprescindible realizar la citada investigación previa de la resistividad del suelo, bastando el examen visual del terreno y pudiéndose estimar su resistividad, siendo necesario medirla para corrientes superiores.

Según la investigación previa del terreno donde se instalará este Centro de Transformación, se determina la resistividad media en 150 Ohm·m.

3.6.8.9.2 Determinación de las corrientes máximas de puesta a tierra y del tiempo máximo correspondiente a la eliminación del defecto

En las instalaciones de MT de tercera categoría, los parámetros que determinan los cálculos de faltas a tierra son las siguientes:

De la red:

- Tipo de neutro. El neutro de la red puede estar aislado, rígidamente unido a tierra, unido a esta mediante resistencias o impedancias. Esto producirá una limitación de la corriente de la falta, en función de las longitudes de líneas o de los valores de impedancias en cada caso.

- Tipo de protecciones. Cuando se produce un defecto, éste se eliminará mediante la apertura de un elemento de corte que actúa por indicación de un dispositivo relé de intensidad, que puede actuar en un tiempo fijo (tiempo fijo), o según una curva de tipo inverso (tiempo dependiente). Adicionalmente, pueden existir reenganches posteriores al primer disparo, que sólo influirán en los cálculos si se producen en un tiempo inferior a los 0,5 segundos.

No obstante, y dada la casuística existente dentro de las redes de cada compañía suministradora, en ocasiones se debe resolver este cálculo considerando la intensidad máxima empírica y un tiempo máximo de ruptura, valores que, como los otros, deben ser indicados por la compañía eléctrica.

Intensidad máxima de defecto:

$$I_{d\max cal.} = \sqrt{3} \cdot U_n \cdot w(C_a \cdot L_a + C_c \cdot L_c) \quad (3.6.8.9.2.1)$$

Dónde:

U_n = Tensión de servicio (kV).

L_a = Longitud en líneas aéreas (km).

L_c = Longitud de las líneas subterráneas (km).

C_a = Capacidad de las líneas aéreas (0,006 mF/km).

C_c = Capacidad de líneas subterráneas (0.250 mF/km).

$I_{d\max cal.}$ = Intensidad máxima calculada (A).

Superior o similar al valor establecido por la compañía eléctrica que es de:

- $I_{d\max} = 5 \text{ A}$

3.6.8.9.3 Diseño preliminar de la instalación de tierra

El diseño preliminar de la instalación de puesta a tierra se realiza basándose en las configuraciones tipo presentadas en el Anexo 2 del método de cálculo de instalaciones de puesta a tierra de UNESA, que esté de acuerdo con la forma y dimensiones del Centro de Transformación, según el método de cálculo desarrollado por este organismo.

3.6.8.9.4 Cálculo de la resistencia del sistema de tierra

Características de la red de alimentación:

- Tensión de servicio: $U_r = 15 \text{ kV}$.

Puesta a tierra del neutro:

- Longitud de líneas aéreas $L_a = 15 \text{ km}$.
- Longitud de líneas subterráneas $L_c = 200 \text{ km}$.
- Limitación de la intensidad a tierra $I_{dm} = 5 \text{ A}$.

Nivel de aislamiento de las instalaciones de BT:

- $V_{bt} = 8000 \text{ V}$.

Características del terreno:

- Resistencia de tierra $R_o = 150 \text{ Ohm}\cdot\text{m}$.
- Resistencia del hormigón $R'o = 3000 \text{ Ohm}$.

La resistencia máxima de la puesta a tierra de protección del edificio, y la intensidad del defecto salen de:

$$I_d \cdot R_t \leq V_{bt} \quad (3.6.8.9.4.1)$$

Dónde:

I_d = Intensidad de falta a tierra (A).

R_t = Resistencia total de puesta a tierra (Ohm).

V_{bt} = Tensión de aislamiento en baja tensión (V).

La intensidad del defecto se calcula de la siguiente forma:

$$I_d = \frac{\sqrt{3} \cdot U_n \cdot (w \cdot C_a \cdot L_a + w \cdot C_c \cdot L_c)}{\sqrt{1 + (w \cdot C_a \cdot L_a + w \cdot C_c \cdot L_c)^2 \cdot (3 \cdot R_t)^2}} \quad (3.6.8.9.4.2)$$

Dónde:

U_n = Tensión de servicio (V).

W = Pulsación del sistema ($w=2 \cdot p \cdot f$).

C_a = Capacidad de las líneas aéreas (0.006 mF/km).

L_a = Longitud de las líneas aéreas (km).

C_c = Capacidad de las líneas subterráneas (0.250 mF/km).

L_c = Longitud de las líneas subterráneas (km).

R_t = Resistencia total de puesta a tierra (Ohm).

I_d = Intensidad de falta a tierra (A).

Operando en este caso, el resultado preliminar obtenido es:

- $I_d = 0,28 \text{ A}$

La resistencia total de puesta a tierra preliminar:

- $R_t = 28436,75 \text{ Ohm}$

Se selecciona el electrodo tipo (de entre los incluidos en las tablas, y de aplicación en este caso concreto, según las condiciones del sistema de tierras) que cumple el requisito de tener una K_r más cercana inferior o igual a la calculada para este caso y para este centro.

Valor unitario de resistencia de puesta a tierra del electrodo:

$$K_r \leq \frac{R_t}{R_o} \quad (3.6.8.9.4.3)$$

Dónde:

R_t = Resistencia total de puesta a tierra (Ohm).

R_o = Resistividad del terreno en (Ohm·m).

K_r = Coeficiente del electrodo.

- Centro de Transformación.

Para nuestro caso particular, y según los valores antes indicados:

- $K_r \leq 189,5784$.

La configuración adecuada para este caso tiene las siguientes propiedades:

- Configuración seleccionada: 50-25/5/42.
- Geometría del sistema: Anillo rectangular.
- Distancia de la red: 5.0x2.5 m.
- Profundidad del electrodo horizontal: 0,5 m.
- Número de picas: cuatro.
- Longitud de las picas: 2 metros.

Parámetros característicos del electrodo:

- De la resistencia $K_r = 0,097$.
- De la tensión de paso $K_p = 0,0221$.
- De la tensión de contacto $K_c = 0,0483$.

Medidas de seguridad adicionales para evitar tensiones de contacto.

Para que no aparezcan tensiones de contacto exteriores ni interiores, se adaptan las siguientes medidas de seguridad:

- Las puertas y rejillas metálicas que dan al exterior del Edificio/s no tendrán contacto eléctrico con masas conductoras susceptibles de quedar a tensión debido a defectos o averías.
- En el piso del Centro de Transformación se instalará un mallazo cubierto por una capa de hormigón de 10 cm, conectado a la puesta a tierra del mismo.
- En el caso de instalar las picas en hilera, se dispondrán alineadas con el frente del edificio.

El valor real de la resistencia de puesta a tierra del edificio será:

$$R'_t = K_r \cdot R_o \quad (3.6.8.9.4.4)$$

Dónde:

K_r = Coeficiente del electrodo.

R_o = Resistividad del terreno en (Ohm·m).

R'_t = Resistencia total de puesta a tierra (Ohm).

Por lo que para el Centro de Transformación:

- $R'_t = 14,55 \text{ Ohm}$.

La intensidad de defecto real):

- $I'd = 0,73 \text{ A}$.

3.6.8.9.5 Cálculo de las tensiones de paso en el interior de la instalación

Adoptando las medidas de seguridad adicionales, no es preciso calcular las tensiones de paso y contacto en el interior en los edificios de maniobra interior, ya que éstas son prácticamente nulas.

La tensión de defecto vendrá dada por:

$$V'_d = R'_t \cdot I'_d \quad (3.6.8.9.5.1)$$

Dónde:

R'_t = Resistencia total de puesta a tierra (Ohm).

I'_d = Intensidad de defecto (A).

V'_d = Tensión de defecto [V]

Por lo que en el Centro de Transformación:

- $V'_d = 10,69$ V.

La tensión de paso en el acceso será igual al valor de la tensión máxima de contacto siempre que se disponga de una malla equipotencial conectada al electrodo de tierra según la fórmula:

$$V'_c = K_c \cdot R_o \cdot I'_d \quad (3.6.8.9.5.2)$$

Dónde:

K_c = Coeficiente.

R_o = Resistividad del terreno en (Ohm·m).

I'_d = Intensidad de defecto (A).

V'_c = Tensión de paso en el acceso (V).

Por lo que tendremos en el Centro de Transformación:

- $V'_c = 5,32$ V

3.6.8.9.6 Cálculo de las tensiones de paso en el exterior de la instalación

Adoptando las medidas de seguridad adicionales, no es preciso calcular las tensiones de contacto en el exterior de la instalación, ya que éstas serán prácticamente nulas.

Tensión de paso en el exterior:

$$V'_p = K_p \cdot R_o \cdot I'_d \quad (3.6.8.9.6.1)$$

Dónde:

K_p = Coeficiente.

R_o = Resistividad del terreno en (Ohm·m).

I'_d = Intensidad de defecto (A).

V'_p = Tensión de paso en el exterior (V).

Por lo que, para este caso:

- $V'_p = 2,44$ V en el Centro de Transformación

3.6.8.9.7 Cálculo de las tensiones aplicadas

Los valores admisibles son para una duración total de la falta igual a:

- $t = 0,7$ seg
- $K = 72$
- $n = 1$

Tensión de paso en el exterior:

$$V_p = \frac{10 \cdot K}{t^n} \cdot \left(1 + \frac{6 \cdot R_o}{1000} \right) \quad (3.6.8.9.7.1)$$

Dónde:

K = Coeficiente.

T = Tiempo total de duración de la falta (s).

N = Coeficiente.

R_o = Resistividad del terreno en (Ohm·m).

V_p = Tensión admisible de paso en el exterior (V).

Por lo que, para este caso:

$$- V_p = 1954,29 \text{ V}$$

La tensión de paso en el acceso al edificio:

$$V_{p(acc)} = \frac{10 \cdot K}{t^n} \cdot \left(1 + \frac{3 \cdot R_o + 3 \cdot R'_o}{1000} \right) \quad (3.6.8.9.7.2)$$

Dónde:

K = Coeficiente.

t = Tiempo total de duración de la falta (s).

n = Coeficiente.

R_o = Resistividad del terreno en (Ohm·m).

R'_o = Resistividad del hormigón en (Ohm·m).

$V_{p(acc)}$ = Tensión admisible de paso en el acceso (V)

Por lo que, para este caso:

$$- V_{p(acc)} = 10748,57 \text{ V.}$$

Tensión de paso en el exterior del centro:

$$- V'_p = 2,44 \text{ V} < V_p = 1954,29 \text{ V}$$

Tensión de paso en el acceso al centro:

- $V'p(acc) = 5,32 \text{ V} < Vp(acc) = 10748,57 \text{ V}$

Tensión de defecto:

- $V'd = 10,69 \text{ V} < Vbt = 8000 \text{ V}$

Intensidad de defecto:

- $Ia = 100 \text{ A} < Id = 0,73 \text{ A} < Idm = 5 \text{ A}$

3.6.8.9.8 Investigación de las tensiones transferibles al exterior

Para garantizar que el sistema de tierras de protección no transfiera tensiones al sistema de tierra de servicio, evitando así que afecten a los usuarios, debe establecerse una separación entre los electrodos más próximos de ambos sistemas, siempre que la tensión de defecto supere los 1000V.

En este caso no se separan las tierras de protección y de servicio al ser la tensión de defecto inferior a los 1000 V indicados.

3.5.8.9.9 Corrección y ajuste del diseño inicial

Según el proceso de justificación del electrodo de puesta a tierra seleccionado, no se considera necesaria la corrección del sistema proyectado.

**TÍTULO: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE GRANJA DESTINADA A
VACUNO CON APOORTE DE ENERGÍA RENOVABLE**

ANEXO VII: INSTALACIONES DE ELECTRICIDAD

**PETICIONARIO: ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA
AVDA. 19 DE FEBRERO, S/N
15405 – FERROL**

FECHA: SEPTIEMBRE DE 2014

AUTOR: IVAN GARCIA REBOREDO

Fdo.: Iván García Reboredo

ANEXO VII: INSTALACIONES DE ELECTRICIDAD	1
3.7 INSTALACIÓN DE ELECTRICIDAD	5
3.7.1 OBJETO DEL ANEXO	5
3.7.2 EMPRESA SUMINISTRADORA DE ENERGÍA Y CARACTERÍSTICAS	5
3.7.3 CONSIDERACIONES GENERALES	6
3.7.4 CLASIFICACIÓN DEL LOCAL	7
3.7.5 DESCRIPCIÓN DE LA MAQUINARIA A INSTALAR	7
3.7.6 PREVISIÓN DE CARGAS	7
3.7.7 ENLACE DEL C.T. CON EL CUADRO GENERAL	12
3.7.8 CUADROS ELÉCTRICOS	12
3.7.8.1 Situación	12
3.7.8.2 Composición y características de los cuadros	13
3.7.9 CUADROS GENERALES	14
3.7.9.1 Cuadro General Principal	14
3.7.9.2 Cuadro General De Alumbrado	14
3.7.9.3 Cuadro General De Fuerza	15
3.7.10 CUADROS SECUNDARIOS	15
3.7.10.1 Cuadros de Alumbrado	15
3.7.10.1.1 Cuadro Secundario de Alumbrado 1	16
3.7.10.1.2 Cuadro Secundario de Alumbrado 2	16
3.7.10.2 Cuadro de Alumbrado de Emergencia 1	17
3.7.10.2.1 Cuadro de Alumbrado de Emergencia 2	18
3.7.10.3 Cuadros de Fuerza	19
3.7.10.3.1 Cuadro Secundario de Fuerza 1	19
3.7.10.3.2 Cuadro Secundario de Fuerza 2	20
3.7.11 LÍNEAS	21
3.7.11.1 Líneas de Alumbrado	21
3.7.11.1.1 Línea a C.G.A	21
3.7.11.1.2 Línea a C.S.A.1	21
3.7.11.1.3 Línea a C.S.A.2	22
3.7.11.1.4 Línea de Alumbrado de Emergencia	23
3.7.11.2 Líneas de Fuerza	23
3.7.11.2.1 Línea a C.G.F	23

3.7.11.2.2 Línea a C.S.F.1	24
3.7.11.2.3 Línea a C.S.F.2	25
3.7.12 CONDUCTORES Y TUBOS DE PROTECCIÓN	25
3.7.13 PROTECCIONES	27
3.7.13.1 Protección contra sobreintensidades	27
3.7.13.2 Protección contra sobrecargas	27
3.7.13.3 Protección contra cortocircuitos	28
3.7.13.4 Protección contra sobretensiones	28
3.7.13.5 Protección contra contactos directos	28
3.7.13.6 Protección contra contactos indirectos	29
3.7.14 INSTALACIÓN DE FUERZA.....	30
3.7.14.1 Maquinaria	30
3.7.14.2 Bases de enchufe	30
3.7.15 DEFINICIÓN DE P.A.T	31
3.7.15.1 Terreno	31
3.7.15.2 Tomas de tierra.....	32
3.7.15.3 Conductores de tierra	33
3.7.15.4 Conductores de protección	34
3.7.15.5 Conductores de equipotencialidad.....	35
3.7.15.6 Resistencia de las tomas de tierra	35
3.7.15.7 Revisión de las tomas de tierra.....	35
3.7.15.8 Instalación de la toma de tierra	35
3.7.16 BATERÍA DE CONDENSADORES.....	36
3.7.17 CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS DE BAJA TENSIÓN	36
3.7.17.1 Previsión de cargas	37
3.7.17.1.1 Previsión de cargas para Líneas de Alumbrado	37
3.7.17.1.2 Previsión de cargas para Líneas de Fuerza.....	37
3.7.17.2 Cálculo de las líneas y tubos por criterio de Intensidad Máxima.....	37
3.7.17.3 Cálculo de las líneas por Caída de Tensión Máxima Admisible.....	39
3.7.17.4 Cálculo de las líneas por Energía Pasante	42
3.7.17.5 Cálculo de las corrientes de cortocircuito	43
3.7.17.5.1 Corrientes de cortocircuito en el C.G.P.....	43
3.7.17.5.2 Corrientes de cortocircuito del C.G.P al C.G.P – A.....	48

3.7.17.5.3 Corrientes de cortocircuito del C.G.P al C.G.P – F	48
3.7.17.5.4 Corrientes de cortocircuito en los cuadros secundarios.....	49
3.7.17.6 Cálculo de las protecciones	54
3.7.17.6.1 Cálculo de los interruptores automáticos	54
3.7.17.6.2 Cálculo de los diferenciales	54
3.7.18 HOJAS DE CÁLCULO (TABLAS DE EXCEL)	54
3.7.18.1 Tablas de previsión de cargas de alumbrado	55
3.7.18.2 Tablas de previsión de cargas de fuerza	58
3.7.18.3 Tabla de secciones de la acometida.....	61
3.7.18.4 Tabla de secciones del Cuadro General Principal	61
3.7.18.5 Tablas de secciones de alumbrado	63
3.7.18.6 Tablas de secciones de fuerza	66
3.7.19 CÁLCULO DE LA BATERÍA DE CONDENSADORES	69

3.7 INSTALACIÓN DE ELECTRICIDAD

3.7.1 OBJETO DEL ANEXO

En la granja de este trabajo tiene una demanda de energía elevada. Se tendrán en cuenta las máquinas que intervienen en el desarrollo de las actividades de la granja, el servicio de fuerza necesario en cada zona de la granja y los consumos de alumbrado que se necesitan para poder trabajar en el interior del recinto. Por todo esto es necesario un anexo de la instalación eléctrica de esta industria donde se calculen sus parámetros y se reflejen sus características a fin de dimensionar correctamente cada elemento, y que el conjunto de la instalación, una vez realizada, sea lo más fiable y económica posible.

Para llevar a cabo este trabajo se ha seguido el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias (REBT) RD 842/2002, el Reglamento de Centrales Eléctricas (RCE), las Normas particulares para instalaciones de enlace de la Empresa Suministradora, el Código Técnico de la Edificación (CTE) y todas las normas UNE que le son de aplicación.

3.7.2 EMPRESA SUMINISTRADORA DE ENERGÍA Y CARACTERÍSTICAS

El suministro eléctrico será realizado por la empresa “CHC ENERGÍA”, empresa suministradora de la zona. El cliente, según convenga, podrá negociar con otra empresa comercializadora el coste de la misma.

El suministro eléctrico se realizará en forma de tensión alterna a la frecuencia normalizada de la red de 50 Hz, a través de una línea trifásica cuya tensión de servicio es de 15 kV con una tensión más elevada de red de 17,5 kV. El paso de tensión de 15 kV a 400 V de tensión compuesta y 230 V de tensión simple se realizará mediante un transformador propiedad del abonado y ese será el régimen de tensión al cual funcionan los equipos eléctricos de la instalación.

3.7.3 CONSIDERACIONES GENERALES

La instalación eléctrica estará constituida por un Centro de Transformación de interior, en cuyo interior estará el Cuadro de B.T. de donde partirá una línea que alimentará al Cuadro General Principal de Baja Tensión de la granja, y desde él se distribuirán las líneas a los diferentes cuadros secundarios repartidos por la instalación.

El consumo en baja tensión, se realizará a 400 V de tensión compuesta y se distribuirá por medio de 3 fases y un conductor de neutro.

La instalación será realizada por un Instalador Autorizado y en posesión del Certificado de Instalador Electricista, expedido por la Delegación Provincial de Industria y Energía, ateniéndose en todo momento al Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión del Ministerio de Industria y las normas establecidas por la empresa suministradora.

La potencia eléctrica total que demandará la instalación será la que resulte de aplicar a la potencia total instalada unos coeficientes que vendrán determinados bien por Normativa, bien por estudios o auditorías de consumos de energía eléctrica que se hayan realizado anteriormente en instalaciones semejantes durante periodos de tiempo significativos que abarquen la totalidad del proceso productivo, o simplemente por las experiencias previas del Proyectista a la hora de dimensionar la potencia eléctrica instalada en industrias similares a la proyectada. Los coeficientes a los que se hace referencia anteriormente son los que se definen a continuación:

- a) Coeficiente de simultaneidad (k_S). Este parámetro dará una idea de la no coincidencia temporal en la demanda de potencia de las cargas.
- b) Coeficiente de utilización (k_U). Este factor tendrá en cuenta el hecho de que durante su funcionamiento, una carga puede demandar una potencia inferior a su potencia nominal; este factor considerará la relación Potencia consumida/Potencia nominal.

3.7.4 CLASIFICACIÓN DEL LOCAL

De acuerdo con la instrucción ITC-BT-35 (Instrucción Técnica Complementaria de Baja Tensión), se aplica a las instalaciones fijas de los establecimientos agrícolas y hortícolas en los cuales se hallan los animales (tales como cuadras, establos, gallineros, porquerizas, locales para la preparación de piensos de animales, graneros, granjas para el heno, la paja y los fertilizantes) o que estén situados al exterior, estando excluidos los locales habitables.

Las prescripciones particulares para este tipo de establecimientos quedan recogidas en la norma UNE 20.460-7-705.

Para aquellos apartados que en esta citada norma se encuentran en estudio, se aplicará lo dispuesto para estos apartados en la instrucción ITC-BT-33.

3.7.5 DESCRIPCIÓN DE LA MAQUINARIA A INSTALAR

A continuación se describirán los datos técnicos del consumo de la maquinaria usada en la granja:

	Ubicación	Unidades	Intensidad unitaria (A)	P.Unit. (KW)
Tanque de frío	Zona enfriado	2	10,681	7,4
Motor ordeñadora	Zona enfriado	1	5,774	4
Grupo de vacío	Zona enfriado	1	5,774	4
Arrobadera hidráulica 1	Cuadras	1	3,608	2,5
Arrobadera hidráulica 2	Cuadras	1	4,330	3

Tabla 3.7.5.1 – Maquinaria principal.

3.7.6 PREVISIÓN DE CARGAS

La instalación consta de un Cuadro General con una Protección general y protecciones para los Cuadros Secundarios (todos los cuadros serán de superficie en la zona de las cuadras y empotrados en la zona de oficinas y contarán con espacio suficiente para posibles ampliaciones).

Alimenta a dos Cuadros Secundarios con circuitos de Fuerza, dos Cuadros Secundarios con circuitos de Alumbrado y un Cuadro Secundario con circuitos de Alumbrado de Emergencia, separados como puede verse en los esquemas unifilares.

Después de realizar dicha previsión de cargas, consideramos necesario la instalación de un centro de transformación de 100 KVA para alimentar la granja, realizando la acometida mediante una línea subterránea de M.T. que partirá desde las líneas existentes de 15KV de la compañía suministradora hasta el centro de transformación.

En Fuerza se dispondrán coeficientes de simultaneidad, no así en Alumbrado, ya que hay momentos en los cuales se demanda su totalidad.

- Cuadro General Principal:

Línea acometida	Fase	P.absor. (kW)	F.d.p	F c
Acometida	R,S,T	67,696	1	1
Línea del C.G.P. a los C.G.F. y C.G.A.	Fase	P.absor. (kW)	F.d.p	F c
C.G.F. Total	R,S,T	61,900	0,8	1
C.G.A. Total	R,S,T	5,796	0,9	1

Tabla 3.7.6.1 – Cuadro general.

- Cuadro General de Alumbrado:

C.G.A.	Fase	P.absor. (kW)	F.d.p	Fc
Línea a C.S.A. 1	R,S,T	1,652	0,9	1
Línea a C.S.A. 2	R,S,T	3,003	0,9	1
Línea a C.S.A. Emergencia	R,S,T	1,140	0,9	1

Tabla 3.7.6.2 - Cuadro general alumbrado.

- Cuadro General de Fuerza:

C.G.F.	Fase	P.absor. (kW)	F.d.p	Fc
Línea a C.S.F. 1	R,S,T	11,783	0,8	1
Línea a C.S.F. 2	R,S,T	50,117	0,8	1

Tabla 3.7.6.3 – cuadro general fuerza.

- Cuadros Secundarios:
- Alumbrado:

C.S.A.1	Zona	Fase	P(W)	Número	F.c.	F.d.p	P total(Kw)
L.A.1.1	Cuadras	R	51	3	1,8	0,9	0,248
L.A.1.2	Cuadras	S	51	4	1,8	0,9	0,330
L.A.1.3	Cuadras	T	51	3	1,8	0,9	0,248
L.A.1.4	Cuadras	R	51	3	1,8	0,9	0,248
L.A.1.5	Cuadras	S	51	4	1,8	0,9	0,330
L.A.1.6	Cuadras	T	51	3	1,8	0,9	0,248

Tabla 3.7.6.4 – Cuadro secundario 1 alumbrado.

C.S.A.2	Zona	Fase	P(W)	Número	F.c.	F.d.p	P total(Kw)
L.A.2.1	Zona enfriado	R	51	2	1,8	0,9	0,165
L.A.2.2	Zona enfriado	S	51	2	1,8	0,9	0,165
L.A.2.3	Zona enfriado	T	51	2	1,8	0,9	0,165
L.A.2.4	Zona enfriado	S	51	2	1,8	0,9	0,165
L.A.2.5	Sala ordeño	R	51	5	1,8	0,9	0,413
L.A.2.6	Sala ordeño	S	51	5	1,8	0,9	0,413
L.A.2.7	Sala ordeño	T	51	6	1,8	0,9	0,496
L.A.2.8	Baño masculino	R	11	3	1,8	0,9	0,053
L.A.2.9	Baño femenino	T	11	3	1,8	0,9	0,053
L.A.2.10	Vestuario masculino	T	26	3	1,8	0,9	0,126
L.A.2.11	Vestuario femenino	R	26	3	1,8	0,9	0,126
L.A.2.12	Oficina	R	51	3	1,8	0,9	0,248
L.A.2.13	Pasillo	S	51	3	1,8	0,9	0,248
L.A.2.14	Almacén	T	51	2	1,8	0,9	0,165

Tabla 3.7.6.5 – Cuadro secundario 2 alumbrado.

- Emergencia:

C.S.E.1	Zona	Fase	P(W)	Número	F.c.	F.d.p	P total(Kw)
L.A.EM.1	Cuadra 1	S	11	9	1,8	0,9	0,16038
L.A.EM.2	Cuadra 1	R	11	7	1,8	0,9	0,12474
L.A.EM.3	Cuadra 1	T	11	7	1,8	0,9	0,12474
L.A.EM.4	Cuadra 2	R	11	5	1,8	0,9	0,0891
L.A.EM.5	Cuadra 2	S	11	3	1,8	0,9	0,05346
L.A.EM.6	Cuadra 2	T	11	3	1,8	0,9	0,05346

Tabla 3.7.6.6 - Cuadro secundario 1 emergencia.

C.S.E.2	Zona	Fase	P(W)	Número	F.c.	F.d.p	P total(Kw)
L.A.EM.1	Oficina	S	11	2	1,8	0,9	0,036
L.A.EM.2	Sala Ordeño	T	11	5	1,8	0,9	0,089
L.A.EM.3	Zona Enfriado	T	11	6	1,8	0,9	0,107
L.A.EM.4	Vestuario Masculino	R	11	2	1,8	0,9	0,036
L.A.EM.5	Vestuario Femenino	R	11	2	1,8	0,9	0,036
L.A.EM.6	Almacén	R	11	3	1,8	0,9	0,053
L.A.EM.7	Pasillo	S	11	6	1,8	0,9	0,107
L.A.EM.8	Baño femenino	R	11	2	1,8	0,9	0,036
L.A.EM.9	Baño masculino	S	11	2	1,8	0,9	0,036

Tabla 3.7.6.7 - Cuadro secundario 2 emergencia.

- Fuerza:

C.S.F. 1	Fase	Nº de tomas monofásicas	Nº de tomas trifásicas	F.d.p	P.absor. (kW)	F c	P.real (kW)
L.F.1-1 Tomas monofásicas (Almacén)	T	1	0	0,8	2,944	0,2	0,589
L.F.1-2 Tomas de corriente combinadas (Almacén)	R,S,T	3	1	0,8	17,700	0,2	3,540
L.F.1-3 Tomas monofásicas (Pasillo)	S	3	0	0,8	8,832	0,2	1,766
L.F.1-4 Tomas monofásicas (Oficina)	R	4	0	0,8	11,776	0,2	2,355

L.F.1-5 Tomas monofásicas (Vestuario masculino)	T	2	0	0,8	5,888	0,2	1,178
L.F.1-6 Tomas monofásicas (Vestuario femenino)	R	2	0	0,8	5,888	0,2	1,178
L.F.1-7 Tomas monofásicas (Baño masculino)	T	1	0	0,8	2,944	0,2	0,589
L.F.1-8 Tomas monofásicas (Baño femenino)	R	1	0	0,8	2,944	0,2	0,589

Tabla 3.7.6.8 - Cuadro secundario 1 fuerza.

C.S.F. 2	Fase	Nº de tomas monofásicas	Nº de tomas trifásicas	F.d.p	P.absor. (kW)	F c	P.real (kW)
L.F.2-1 Tomas de corriente combinadas (Sala ordeño)	R,S,T	3	1	0,8	17,700	0,2	3,540
L.F.2-2 Tomas monofásicas (Sala ordeño)	T	3	0	0,8	8,832	0,2	1,766
L.F.2-3 Arrobadera 1	R,S,T	0	0	0,8	2,500	1,25	3,125
L.F.2-4 Arrobadera 2	R,S,T	0	0	0,8	3,000	1,25	3,750
L.F.2-5 Tomas de corriente combinadas (Zona enfriado)	R,S,T	6	2	0,8	35,400	0,2	7,080
L.F.2-6 Tomas monofásicas (Zona enfriado)	S	4	0	0,8	11,776	0,2	2,355
L.F.2-7 Tanque frio 1 (Zona enfriado)	R,S,T	0	0	0,8	7,400	1,25	9,250

L.F.2-8 Tanque frio 2	R,S,T	0	0	0,8	7,400	1,25	9,250
L.F.2-9 Motor ordeñadora (Zona enfriado)	R,S,T	0	0	0,8	4,000	1,25	5,000
L.F.2-10 Grupo de vacio (Zona enfriado)	R,S,T	0	0	0,8	4,000	1,25	5,000

Tabla 3.7.6.9 - Cuadro secundario 2 fuerza.

3.7.7 ENLACE DEL C.T. CON EL CUADRO GENERAL

La unión entre el Centro de Transformación con el Cuadro General Principal se realizará con conductores enterrados, los cuales partirán desde el interior del Centro de Transformación.

La línea de enlace/acometida estará formada por cuatro conductores aislados unipolares de cobre tipo RZ1 de la marca Prysmian, modelo AFUMEX 1000V (AS), o equivalente.

Estos conductores serán de una sección de 70 mm² y se distribuirán enterrados bajo tubo hasta llegar al Cuadro General Principal.

La línea de acometida estará protegida por un interruptor automático de 4x160A.

3.7.8 CUADROS ELÉCTRICOS

3.7.8.1 Situación

Los dispositivos generales de mando y protección, se situaran lo más cerca posible del punto de entrada de la derivación individual en el local o vivienda del usuario. En viviendas y en locales comerciales e industriales en los que proceda, se colocará una caja para el interruptor de control de potencia, inmediatamente antes de los demás dispositivos, en compartimento independiente y precintable.

En locales de uso común o de pública concurrencia, deberán tomarse las precauciones necesarias para que los dispositivos de mando y protección no sean accesibles al público en general.

La altura a la cual se situarán los dispositivos generales e individuales de mando y protección de los circuitos, medida desde el nivel del suelo, estará comprendida entre 1,4 y 2 m, para viviendas. En locales comerciales, la altura mínima será de 1 m desde el nivel del suelo.

3.7.8.2 Composición y características de los cuadros

Las envolventes de los cuadros se ajustarán a las normas *UNE-20451* y *UNE-EN-60439-3* con un grado de protección mínimo IP 30 según *UNE 20324* e IK07 según *UNE-EN 500102*.

Los dispositivos generales de mando y protección serán, como mínimo:

- Un interruptor general automático de corte unipolar, que permita su accionamiento manual y que esté dotado de elementos de protección contra sobrecargas y cortocircuitos.
- Un interruptor diferencial general, destinado a la protección contra contactos indirectos de todos los circuitos.
- Dispositivos de corte unipolar, destinados a la protección contra sobrecargas y cortocircuitos de cada uno de los circuitos interiores del local.
- Dispositivo de protección contra sobretensiones, según *ITC-BT-23* si fuese necesario.

Si por el tipo o carácter de la instalación se instalase un interruptor diferencial por cada circuito o grupo de circuitos, se podría prescindir del interruptor diferencial general, siempre que queden protegidos todos los circuitos. En el caso de que se instale más de un interruptor diferencial en serie, existirá una selectividad entre ellos.

Según la tarifa a aplicar, el cuadro deberá prever la instalación de los mecanismos de control necesarios por exigencia de la aplicación de esa tarifa.

3.7.9 CUADROS GENERALES

3.7.9.1 Cuadro General Principal

Estará situado donde se indica en los planos y de él partirán las líneas hacia el Cuadro General de Alumbrado y hacia el Cuadro General de Fuerza. Será un cuadro de la marca Merlin Gerin, serie Prisma P, o equivalente, de montaje en superficie, fabricado en chapa electrozincada con revestimiento de pintura epoxy + poliéster. Contendrá un borne para la conexión de los conductores de protección de la instalación interior con la derivación de la línea principal de tierra.

Alojará la siguiente aparamenta, como se ve en el correspondiente esquema:

- 1 interruptor general automático (IGA) de corte tetrapolar, con un calibre de 4x160A y poder de corte 6 kA.
- 1 interruptor en caja moldeada, con bloque diferencial tipo Vigí, de sensibilidad 300mA y corte tetrapolar con un calibre de 4x80A.
- 1 interruptor en caja moldeada, con bloque diferencial tipo Vigí, de sensibilidad 300mA y corte tetrapolar con un calibre de 4x25A.
- 1 interruptor en caja moldeada, con bloque diferencial tipo Vigí, de sensibilidad 300mA y de corte tetrapolar con un calibre de 4x125A.

3.7.9.2 Cuadro General De Alumbrado

Estará situado donde se indica en los planos y de él partirán las de alumbrado de toda la granja. Será un cuadro de la marca Merlin Gerin, serie Prisma P, o equivalente, de montaje en superficie, fabricado en chapa electrozincada con revestimiento de pintura epoxy + poliéster. Contendrá un borne para la conexión de los conductores de protección de la instalación interior con la derivación de la línea principal de tierra.

Alojará la siguiente aparamenta, como se ve en el correspondiente esquema:

- 1 interruptor general automático (IGA) de corte tetrapolar, con un calibre de 4x25A y poder de corte 6 kA.

- 3 interruptores automáticos (PIA) de corte tetrapolar, con un calibre de 4x20A.
- 3 interruptores diferenciales (ID) de alta sensibilidad (300mA) y corte tetrapolar, con un calibre de 4x25A.

3.7.9.3 Cuadro General De Fuerza

Estará situado donde se indica en los planos y de él partirán las de fuerza de toda la granja. Será un cuadro de la marca Merlin Gerin, serie Prisma P, o equivalente, de montaje en superficie, fabricado en chapa electrozincada con revestimiento de pintura epoxy + poliéster. Contendrá un borne para la conexión de los conductores de protección de la instalación interior con la derivación de la línea principal de tierra.

Alojará la siguiente aparamenta, como se ve en el correspondiente esquema:

- 1 interruptor general automático (IGA) de corte tetrapolar, con un calibre de 4x125A y poder de corte 6 kA.
- 1 interruptores automáticos (PIA) de corte tetrapolar, con un calibre de 4x40A.
- 1 interruptores diferenciales (ID) de alta sensibilidad (300mA) y corte tetrapolar, con un calibre de 4x40A.
- 1 interruptores diferenciales (ID) de alta sensibilidad (300mA) y corte tetrapolar, con un calibre de 4x100A.

3.7.10 CUADROS SECUNDARIOS

3.7.10.1 Cuadros de Alumbrado

Los cuadros secundarios de alumbrado serán de la casa Merlin Gerin, serie Pragma F y de la serie Pragma D de montaje en superficie, o equivalente, para la zona de cuadras y serie Pragma F de montaje empotrado, o equivalente, para la zona de oficinas, ambos de material auto-extinguible, según norma CEI 69521, con un índice de protección IP 40 e IK 07. Se distribuirán según los esquemas unifilares descritos en los planos.

3.7.10.1.1 Cuadro Secundario de Alumbrado 1

Su situación es la marcada en el plano de alumbrado de la granja, donde viene definido por las iniciales C.S.A.1, destinado a la alimentación y protección de la zona de cuadras.

El cuadro será de la casa Merlin Gerin, serie Pragma F o equivalente, estanco al polvo, de chapa electrozincada con revestimiento de pintura epoxy + poliéster. En su interior irán alojados los dispositivos de mando y protección de las dependencias mencionadas.

Esta aparamenta es la siguiente:

- 1 interruptor general automático (IGA) de corte tetrapolar, con un calibre de 4x20A y poder de corte 6 kA.
- 3 interruptor automático (PIA) de corte bipolar, con un calibre de 2x16A.
- 3 interruptores diferenciales (ID) de alta sensibilidad (30mA) y corte bipolar, con un calibre de 2x25A.
- 6 interruptores automáticos (PIA) de corte bipolar con un calibre de 2x10A.

3.7.10.1.2 Cuadro Secundario de Alumbrado 2

Su situación es la marcada en el plano de alumbrado de la granja, donde viene definido por las iniciales C.S.A.2, destinado a la alimentación y protección de la zona administrativa, del cual partirán las líneas de alumbrado a la zona de enfriado, a la sala de ordeñadora, a los baños, a los vestuarios, a la oficina, al pasillo y al almacén.

El cuadro será de la casa Merlin Gerin, serie Pragma D o equivalente, estanco al polvo, de chapa electrozincada con revestimiento de pintura epoxy + poliéster. En su interior irán alojados los dispositivos de mando y protección de las dependencias mencionadas.

Esta aparamenta es la siguiente:

- 1 interruptor general automático (IGA) de corte tetrapolar, con un calibre de 4x20A y poder de corte 6 kA.
- 3 interruptores automáticos (PIA) de corte bipolar, con un calibre de 2x16A.
- 3 interruptores diferenciales (ID) de alta sensibilidad (30mA) y corte bipolar, con un calibre de 2x25A.
- 14 interruptores automáticos (PIA) de corte bipolar, con un calibre de 2x10A.

3.7.10.2 Cuadro de Alumbrado de Emergencia 1

El cuadro secundario de alumbrado de emergencia será de la casa Merlin Gerin, serie Pragma D de montaje en superficie, o equivalente, para la zona de producción y de material auto-extinguible, según norma CEI 69521, con un índice de protección IP 40 e IK 07. Se distribuirá según los esquemas unifilares descritos en los planos.

Su situación es la marcada en el plano de emergencia de la granja, donde viene definido por las iniciales C.S.A.E, destinado a la alimentación y protección del alumbrado de emergencia de la zona de cuadras.

El cuadro será estanco al polvo, de chapa electrozincada con revestimiento de pintura epoxy + poliéster. En su interior irán alojados los dispositivos de mando y protección de las dependencias mencionadas.

Esta aparamenta es la siguiente:

- 1 interruptor general automático (IGA) de corte tetrapolar, con un calibre de 4x20A y poder de corte 6 kA.
- 3 interruptores automáticos (PIA) de corte bipolar, con un calibre de 2x16A.
- 3 interruptores diferenciales (ID) de alta sensibilidad (30mA) y corte bipolar, con un calibre de 2x25A.

- 6 interruptores automáticos (PIA) de corte bipolar, con un calibre de 2x10A.

3.7.10.2.1 Cuadro de Alumbrado de Emergencia 2

El cuadro secundario de alumbrado de emergencia será de la casa Merlin Gerin, serie Pragma D de montaje en superficie, o equivalente, para la zona de producción y de material auto-extinguible, según norma CEI 69521, con un índice de protección IP 40 e IK 07. Se distribuirá según los esquemas unifilares descritos en los planos.

Su situación es la marcada en el plano de emergencia de la granja, donde viene definido por las iniciales C.S.A.E, destinado a la alimentación y protección del alumbrado de emergencia de la zona administrativa, del cual partirán las líneas de alumbrado a la zona de enfriado, a la sala de ordeñadora, a los baños, a los vestuarios, a la oficina, al pasillo y al almacén..

El cuadro será estanco al polvo, de chapa electrozincada con revestimiento de pintura epoxy + poliéster. En su interior irán alojados los dispositivos de mando y protección de las dependencias mencionadas.

Esta aparamenta es la siguiente:

- 1 interruptor general automático (IGA) de corte tetrapolar, con un calibre de 4x20A y poder de corte 6 kA.
- 3 interruptores automáticos (PIA) de corte bipolar, con un calibre de 2x16A.
- 3 interruptores diferenciales (ID) de alta sensibilidad (30mA) y corte bipolar, con un calibre de 2x25A.
- 9 interruptores automáticos (PIA) de corte bipolar, con un calibre de 2x10A.

3.7.10.3 Cuadros de Fuerza

Los cuadros secundarios de fuerza serán de la casa Merlin Gerin, serie Pragma F, Prisma G y Prisma P de montaje en superficie, o equivalente, para la zona de cuadras y serie Pragma F de montaje empotrado, o equivalente, para la zona de oficinas, ambos de material auto-extinguible, según norma CEl 69521, con un índice de protección IP 40 e IK 07. Se distribuirán según los esquemas unifilares descritos en los planos.

3.7.10.3.1 Cuadro Secundario de Fuerza 1

Su situación es la marcada en el plano de fuerza de la granja, donde viene definido por las iniciales C.S.F.1, destinado a la alimentación y protección de la zona administrativa, del cual partirán las líneas de alimentación a las tomas monofásicas de los baños, de los vestuarios, de la oficina, del pasillo, del almacén y a las tomas de corriente combinadas del almacén.

El cuadro será de la casa Merlin Gerin, serie Pragma F o equivalente, estanco al polvo, de chapa electrozincada con revestimiento de pintura epoxy + poliéster. En su interior irán alojados los dispositivos de mando y protección de las dependencias mencionadas.

Esta aparamenta es la siguiente:

- 1 interruptor general automático (IGA) de corte tetrapolar, con un calibre de 4x40A y poder de corte 6 kA.
- 1 interruptores automáticos (PIA) de corte tetrapolar, con un calibre de 2x25A.
- 1 interruptores automáticos (PIA) de corte tetrapolar, con un calibre de 2x16A.
- 1 interruptores automáticos (PIA) de corte tetrapolar, con un calibre de 2x20A.
- 1 interruptores automáticos (PIA) de corte tetrapolar, con un calibre de 4x32A.

- 3 interruptores diferenciales (ID) de alta sensibilidad (30mA) y corte tetrapolar, con un calibre de 2x25A.
- 1 interruptor diferencial (ID) de alta sensibilidad (30mA) y corte tetrapolar, con un calibre de 4x32A.
- 6 interruptor automático (PIA) de corte bipolar, con un calibre de 2x16A.

3.7.10.3.2 Cuadro Secundario de Fuerza 2

Su situación es la marcada en el plano de fuerza de la granja, donde viene definido por las iniciales C.S.F.2, destinado a la alimentación y protección de la zona de cuadras, del cual partirán las líneas de alimentación a las tomas de corriente combinadas de la zona de enfriado, a las tomas de corriente monofásica de la zona de enfriado, de la sala de ordeño, a las máquinas de las cuadras, de la zona de enfriado y de la sala de ordeño.

El cuadro será de la casa Merlin Gerin, serie Prisma G o equivalente, estanco al polvo, de chapa electrozincada con revestimiento de pintura epoxy + poliéster. En su interior irán alojados los dispositivos de mando y protección de las dependencias mencionadas.

Esta aparamenta es la siguiente:

- 1 interruptor general automático (IGA) de corte tetrapolar, con un calibre de 4x100A y poder de corte 6 kA.
- 4 interruptores automáticos (PIA) de corte tetrapolar, con un calibre de 4x10A.
- 2 interruptor automático (PIA) de corte tetrapolar, con un calibre de 4x16A.
- 2 interruptores automáticos (PIA) de corte tetrapolar, con un calibre de 4x25A.
- 2 interruptores automáticos (PIA) de corte tetrapolar, con un calibre de 4x32A.

- 8 interruptores diferenciales (ID) de alta sensibilidad (30mA) y corte tetrapolar, con un calibre de 4x25A.
- 2 interruptores diferenciales (ID) de alta sensibilidad (30mA) y corte tetrapolar, con un calibre de 4x32A.

3.7.11 LÍNEAS

3.7.11.1 Líneas de Alumbrado

3.7.11.1.1 Línea a C.G.A

Se trata de una línea en montaje bajo tubo, con una tensión nominal de aislamiento de 0,6/1kV, por lo que la intensidad máxima admisible vendrá dada por la tabla de la Norma *UNE-EN 20.460-5-523*, según la *ITC-BT-19 en el apartado 2.2.3, p.3*. Consideraremos una temperatura ambiente de 40°C.

- Tensión de servicio: 400 V.
- Nivel de aislamiento: RV 0,6/1 kV.
- Longitud de la línea: 3,5 m.
- Potencia de cálculo: 5,796 kW.
- $\cos \varphi$: 0,9.
- Intensidad: 66,222 A.
- Caída de tensión: 0,08 %.

Elegimos una terna de cables unipolares de sección $4 \times (1 \times 4 \text{ mm}^2) + \text{TT}$ que irán instalados bajo tubo. El conductor será tipo RZ1-K, de la marca Prysmian, modelo Afumex 1000 V Iris Tech, o equivalente. Para proteger esta línea se utilizará un interruptor automático de 4x25A.

3.7.11.1.2 Línea a C.S.A.1

Se trata de una línea en montaje bajo tubo, con una tensión nominal de aislamiento de 0,6/1kV, por lo que la intensidad máxima admisible vendrá dada por la tabla de la Norma *UNE-EN 20.460-5-523*, según la *ITC-BT-19 en el apartado 2.2.3, p.3*. Consideraremos una temperatura ambiente de 40°C.

- Tensión de servicio: 400V.

- Nivel de aislamiento: RV 0,6/1kV.
- Longitud de la línea: 7 m.
- Potencia de cálculo: 1,652kW.
- $\cos \varphi$: 0,9.
- Intensidad: 2,65A.
- Caída de tensión: 0,0736%

Elegimos una terna de cables unipolares de sección $4 \times (1 \times 2.5 \text{ mm}^2) + \text{TT}$ que irán instalados bajo tubo. El conductor será tipo RZ1-K, de la marca Prysmian, modelo Afumex 1000 V Iris Tech, o equivalente. Para proteger esta línea se utilizará un interruptor automático de 4x20A.

3.7.11.1.3 Línea a C.S.A.2

Se trata de una línea en montaje bajo tubo, con una tensión nominal de aislamiento de 0,6/1kV, por lo que la intensidad máxima admisible vendrá dada por la tabla de la Norma *UNE-EN 20.460-5-523*, según la *ITC-BT-19 en el apartado 2.2.3, p.3*. Consideraremos una temperatura ambiente de 40°C.

- Tensión de servicio: 400V.
- Nivel de aislamiento: RV 0,6/1kV.
- Longitud de la línea: 38,5 m.
- Potencia de cálculo: 3,003 kW.
- $\cos \varphi$: 0,9.
- Intensidad: 4,817 A.
- Caída de tensión: 0,7354%

Elegimos una terna de cables unipolares de sección $4 \times (1 \times 2.5 \text{ mm}^2) + \text{TT}$ que irán instalados bajo tubo. El conductor será tipo RZ1-K, de la marca Prysmian, modelo Afumex 1000 V Iris Tech, o equivalente. Para proteger esta línea se utilizará un interruptor automático de 4x20A.

3.7.11.1.4 Línea de Alumbrado de Emergencia

Se trata de una línea en montaje bajo tubo, con una tensión nominal de aislamiento de 0,6/1kV, por lo que la intensidad máxima admisible vendrá dada por la tabla de la Norma *UNE-EN 20.460-5-523*, según la *ITC-BT-19 en el apartado 2.2.3, p.3*. Consideraremos una temperatura ambiente de 40°C.

Tensión de servicio: 400 V.

Nivel de aislamiento: RV 0,6/ 1kV.

Longitud de la línea: 8 m.

Potencia de cálculo: 1,140 kW.

Cos φ : 0,9.

Intensidad: 1,829 A.

Caída de tensión: 0,058%

Elegimos una terna de cables unipolares de sección 4x(1x2,5 mm²) + TT que irán instalados bajo tubo. El conductor será tipo RZ1-K, de la marca Prysmian, modelo Afumex 1000 V Iris Tech, o equivalente. Para proteger esta línea se utilizará un interruptor automático de 4x20A.

3.7.11.2 Líneas de Fuerza

3.7.11.2.1 Línea a C.G.F

Se trata de una línea en montaje bajo tubo, con una tensión nominal de aislamiento de 0,6/1kV, por lo que la intensidad máxima admisible vendrá dada por la tabla de la Norma *UNE-EN 20.460-5-523*, según la *ITC-BT-19 en el apartado 2.2.3, p.3*. Consideraremos una temperatura ambiente de 40°C.

Tensión de servicio: 400 V.

Nivel de aislamiento: RV 0,6/1 kV.

Longitud de la línea: 2,5 m.

Potencia de cálculo: 61,9 kW.

Cos φ : 0,8.

Intensidad: 111,681 A.

Caída de tensión: 0,0476 %

Esta línea alimenta a varios motores, por lo tanto la intensidad mínima para la que deberán estar dimensionados los conductores vendrá dada por la suma de las potencias a plena carga de todos ellos estando la del mayor multiplicada por 1,25, según la instrucción *ITC-BT-47*.

Los cables unipolares serán de sección $4 \times (1 \times 50 \text{ mm}^2) + \text{TT}$ que irán instalados bajo tubo. El conductor será tipo RZ1-K, de la marca Prysmian, modelo Afumex 1000 V Iris Tech, o equivalente. Para proteger esta línea se utilizará un interruptor automático de 4x125A.

3.7.11.2.2 Línea a C.S.F.1

Se trata de una línea en montaje bajo tubo, con una tensión nominal de aislamiento de 0,6/1kV, por lo que la intensidad máxima admisible vendrá dada por la tabla de la Norma *UNE-EN 20.460-5-523*, según la *ITC-BT-19* en el apartado 2.2.3, p.3. Consideraremos una temperatura ambiente de 40°C.

- Tensión de servicio: 400V.
- Nivel de aislamiento: RV 0,6/1kV.
- Longitud de la línea: 9,5 m.
- Potencia de cálculo: 11,783kW.
- $\cos \varphi$: 0,8.
- Intensidad: 21,26A.
- Caída de tensión: 0,2944%

Elegimos una terna de cables unipolares de sección $4 \times (1 \times 6 \text{ mm}^2) + \text{TT}$ que irán instalados bajo tubo. El conductor será tipo RZ1-K, de la marca Prysmian, modelo Afumex 1000 V Iris Tech (AS), o equivalente. Para proteger esta línea se utilizará un interruptor automático de 4x40A.

3.7.11.2.3 Línea a C.S.F.2

Se trata de una línea en montaje bajo tubo, con una tensión nominal de aislamiento de 0,6/1kV, por lo que la intensidad máxima admisible vendrá dada por la tabla de la Norma *UNE-EN 20.460-5-523*, según la *ITC-BT-19 en el apartado 2.2.3, p.3*. Consideraremos una temperatura ambiente de 40°C.

- Tensión de servicio: 400V.
- Nivel de aislamiento: RV 0,6/1kV.
- Longitud de la línea: 39,4 m.
- Potencia de cálculo: 50,117kW.
- $\cos \varphi$: 0,8.
- Intensidad: 90,421A.
- Caída de tensión: 0,8718 %

Elegimos una terna de cables unipolares de sección $4 \times (1 \times 35 \text{ mm}^2) + \text{TT}$ que irán instalados bajo tubo. El conductor será tipo RZ1-K, de la marca Prysmian, modelo Afumex 1000 V Iris Tech (AS), o equivalente. Para proteger esta línea se utilizará un interruptor automático de 4x100A.

3.7.12 CONDUCTORES Y TUBOS DE PROTECCIÓN

Los conductores a instalar aguas abajo de los cuadros secundarios de fuerza serán conductores unipolares rígidos de cobre del tipo RZ1-K, libre de halógenos, RV 0,6/1kV, marca Prysmian, modelo Afumex 1000V Iris Tech, o equivalente, de aislamiento en XLPE.

Los conductores a instalar aguas abajo de los cuadros secundarios de alumbrado serán conductores unipolares flexibles de cobre del tipo ES07Z1-K, libre de halógenos, 450/750V, marca Prysmian, modelo Afumex 750V Quick System, o equivalente, de aislamiento tipo PVC. Estos conductores serán fácilmente identificables según los siguientes colores:

- Color negro, marrón y gris para los conductores de fase.
- Color azul claro para conductores de neutro.

- Color amarillo-verde para conductores de protección.

Los conductores de protección serán de cobre, con el mismo aislamiento que los conductores activos y se instalarán por las mismas canalizaciones que estos.

Las intensidades máximas admisibles en los conductores serán las indicadas en la ITC-BT-19 y el nivel de aislamiento no será inferior a 0,6/1 KV; además se tomarán 40° C de temperatura ambiente, para una mayor seguridad de manera que los valores serán los directamente leídos en las tablas.

Asimismo se ha de tener en cuenta que la caída de tensión máxima admisible será de 4,5% para alumbrado y 6,5 % para los demás usos, desde el origen de la instalación según la instrucción ITC-BT-19. En el apartado de cálculos se puede ver con detalle el cálculo de la sección de dichos conductores.

La instalación de los conductores se realizará en general bajo tubo flexible corrugado en instalaciones empotradas y bajo tubo rígido de PVC en instalaciones de superficie. Estos tubos son dimensionados a partir de la Tabla 5 y Tabla 9 (Diámetros exteriores mínimos de los tubos en función del número y la sección de los conductores o cables a conducir) de la ITC-BT 21, p.6 y p.10, respectivamente, cuya tabla hace referencia al diámetro del tubo según la sección y el números de conductores que se alojen en su interior, teniendo que para más de 5 conductores por tubo o para conductores o cables de secciones diferentes a instalar en el mismo tubo, su sección interior será como mínimo igual a 3 veces la sección ocupada por los conductores.

El cumplimiento de las características indicadas en las tablas 3 (Características mínimas para tubos en canalizaciones ordinarias en obra de fábrica, huecos de la construcción y canales protectoras de obra) de la ITC-BT 21, p.5, Apartado 1.2.2, se realizará según los ensayos indicados en las normas UNE-EN 50086-2-3:1995.

Los empalmes se realizarán en el interior de las cajas de derivación apropiadas, de tipo estanco, nunca en el interior de los tubos, utilizando bornes o piezas de conexión, y en ningún caso se usará el empalme directo por retorcimiento de los conductores.

3.7.13 PROTECCIONES

3.7.13.1 Protección contra sobreintensidades

Todo circuito estará protegido contra los efectos de las sobreintensidades que puedan presentarse en el mismo, para lo cual la interrupción del circuito se realizará en un tiempo conveniente, o estará dimensionado para las sobreintensidades previsibles.

Todos los conductores que formen parte de un circuito, incluyendo el neutro, estarán protegidos contra los defectos de las sobreintensidades. Los dispositivos de protección se situarán en el origen de los circuitos.

Se dispondrán interruptores automáticos magnetotérmicos cuya intensidad nominal será, como máxima, igual al valor de la intensidad máxima admisible de servicio del conductor protegido, según *ITC-BT-22* y de un poder de corte que estará de acuerdo con la intensidad de cortocircuito que pueda presentarse en el punto de su conexión.

Los aspectos requeridos para los dispositivos de protección se recogen en la norma *UNE 20460-4-43*. Teniendo así mismo que la norma *UNE 20460-4-473* define la aplicación de las medidas de protección expuestas en la norma *UNE 20460-4-43* según sea por causa de sobrecargas o cortocircuitos, señalando en cada caso su emplazamiento u omisión, resumiendo los diferentes casos en la *tabla 1* de la *ITC-BT-22*, p.3, *Apartado 1.2*.

3.7.13.2 Protección contra sobrecargas

El límite de intensidad de corriente admisible en un conductor ha de quedar en todo caso garantizado por el dispositivo de protección utilizado.

El dispositivo de protección podrá estar constituido por un interruptor automático de corte omipolar con curva térmica de corte, o por cortacircuitos fusibles calibrados de características de funcionamiento adecuadas quedando estos especificados en los esquemas unifilares de la documentación gráfica.

3.7.13.3 Protección contra cortocircuitos

En el origen de todo circuito se establecerá un dispositivo de protección contra cortocircuitos cuya capacidad de corte estará de acuerdo con la intensidad de cortocircuito que pueda presentarse en el punto de su conexión.

Se admite, no obstante, que cuando se trate de circuitos derivados de uno principal, cada uno de estos circuitos derivados disponga de protección contra sobrecargas, mientras que un solo dispositivo general pueda asegurar la protección contra cortocircuitos para todos los circuitos derivados.

La norma UNE 20.460-4-43 recoge en su articulado todos los aspectos requeridos para todos los dispositivos de protección.

3.7.13.4 Protección contra sobretensiones

La incidencia que la sobretensión puede tener en la seguridad de las personas, instalaciones y equipos, así como su repercusión en la continuidad del servicio es función de:

- La coordinación del aislamiento de los equipos.
- Las características de los dispositivos de protección contra sobretensiones, su instalación y su ubicación.
- La existencia de una adecuada red de tierras.

3.7.13.5 Protección contra contactos directos

La instalación se protegerá contra contactos directos mediante envolventes adecuadas que impidan todo contacto accidental con las partes activas de la instalación. Si las envolventes son metálicas, serán consideradas como masas y se aplicará una de las medidas de protección previstas contra los contactos indirectos.

De acuerdo con el apartado tercero de la *ITC-BT-24*, se protege contra toda clase de contactos directos, utilizándose según los casos, alguna de las medidas siguientes:

- Protección por aislamiento de las partes activas.
- Protección por medio de barreras o envolventes.
- Protección por medio de obstáculos.
- Protección por puesta fuera de alcance por alejamiento.
- Protección complementaria por dispositivos por corriente diferencial residual.

3.7.13.6 Protección contra contactos indirectos

El corte automático de la alimentación después de la aparición de un fallo está destinado a impedir que una tensión de contacto de valor suficiente se mantenga durante un tiempo tal que pueda dar como resultado un riesgo.

El corte automático de la alimentación está prescrito cuando puede producirse un efecto peligroso en las personas o animales domésticos en caso de defecto, debido al valor y duración de la tensión de contacto. Se utilizará como referencia lo indicado en la norma UNE 20.572-1.

La tensión límite convencional es igual a 50 V, valor eficaz en corriente alterna en condiciones normales.

Los sistemas de protección en función de los distintos esquemas de conexión de la instalación, según la ITC-BT-08 y que la norma UNE20.460-4-41 define cada caso y en particular el que nos ocupa.

- Esquemas TT. Características y prescripciones de los dispositivos de protección:

Todas las masas de los equipos eléctricos protegidos por un mismo dispositivo de protección deben ser interconectadas y unidas por un conductor de protección a una misma toma de tierra. Si varios dispositivos de protección van montados en serie, se aplica por separado a las masas protegidas por cada dispositivo.

Para garantizar una perfecta protección contra contactos indirectos, todas las masas se conectarán a tierra y además, se instalarán en el cuadro general de protección y cuadros secundarios los siguientes interruptores diferenciales:

- En circuitos de Fuerza: Interruptores diferenciales de alta sensibilidad de 30mA.
- En el Cuadro General Principal: Interruptores diferenciales de 300mA de sensibilidad.
- En circuitos de Alumbrado: Interruptores diferenciales de alta sensibilidad de 30mA.

3.7.14 INSTALACIÓN DE FUERZA

3.7.14.1 Maquinaria

Según el *REBT ITC-BT-47 p.4, Apartado6*, los motores cuya potencia sea superior a 0,75 kW, llevarán mecanismos de arranque y protección que no permitan que la relación de corriente entre el período de arranque y el de marcha normal correspondiente a su plena carga, sea superior a los valores máximos indicados en dicha norma.

Todos los motores considerados para el presente trabajo que superan los 3 kW dispondrán de un sistema de arranque estrella-triángulo, lo que reducirá considerablemente la intensidad necesaria para el arranque.

Los conductores de conexión que alimentan a un solo motor deben estar dimensionados para una intensidad del 125% de la intensidad a plena carga del motor.

3.7.14.2 Bases de enchufe

Se dispondrán 4 bases de enchufe combinadas, que constan de tres enchufes monofásicos de 16A y una base de enchufe de corriente trifásica de 32A, bajo envolvente adecuada, para alimentar las cargas de zona de enfriado, la sala de ordeño y el almacén

Además se dispondrán 21 bases de enchufe monofásicas de 16 A, para la

alimentación del resto de dependencias de la granja industrial.

3.7.15 DEFINICIÓN DE P.A.T

En la *ITC-BT-18 p.2, Apartados 1 y 2*, nos dice que las puestas a tierra se establecen principalmente con objeto de limitar la tensión que con respecto a tierra, puedan presentar en un momento dado las masas metálicas, asegurar la actuación de las protecciones y eliminar o disminuir el riesgo que supone una avería en los materiales eléctricos utilizados.

La elección e instalación de los materiales que aseguren la puesta a tierra deben ser tales que:

- El valor de la resistencia de puesta a tierra esté conforme con las normas de protección y de funcionamiento de la instalación y se mantenga de esta manera a lo largo del tiempo, teniendo en cuenta los requisitos generales indicados en la ITC-BT-24 y los requisitos particulares de las Instrucciones Técnicas aplicables a cada instalación.
- Las corrientes de defecto a tierra y las corrientes de fuga puedan circular sin peligro, particularmente desde el punto de vista de solicitaciones térmicas, mecánicas y eléctricas.
- La solidez o la protección mecánica queden aseguradas con independencia de las condiciones estimadas de influencias externas.
- Contemplan los posibles riesgos debidos a electrólisis que pudieran afectar a otras partes metálicas.

3.7.15.1 Terreno

Hay que medir la resistencia de puesta a tierra de una instalación, y por lo tanto el valor de la resistividad del terreno, antes de dar el visto bueno a la instalación, pero también hay que comprobarla periódicamente en la época más desfavorable.

Si conocemos el valor de la resistividad del terreno con anterioridad a instalar o decidir el tipo de electrodo que vamos a utilizar, tendremos la ventaja de elegir el sistema que técnico-económicamente pueda ser más rentable.

Existen varios modelos para calcular la resistividad del terreno de los que destacamos los siguientes:

- Método de Wenner.
- Sistema simétrico.

En cualquiera de los dos métodos, el material necesario para hacer las mediciones es el siguiente:

- Instrumento de medida de resistividades de cuatro bornes.
- Cuatro picas para utilizarlas de electrodos.
- Cuatro cables aislados para conectar las picas a los bornes del aparato de medida, de una sección mínima de $1,5 \text{ mm}^2$.

La longitud de los cables es variable dependiendo de la profundidad a la que se quiera medir la resistividad. Los cables deberán ir colocados sobre bobinas montadas en ejes deslizantes para facilitar la extensión y recogida de los cables. Además los cuatro cables deberán ser de colores diferentes para facilitar la operación de medida.

3.7.15.2 Tomas de tierra

Se define como el elemento de unión entre el terreno y el circuito instalado en el interior del edificio. Para las tomas de tierra se pueden usar electrodos formados por:

- Barras o tubos.
- Pletinas o conductores desnudos.
- Placas.
- Anillos o mallas metálicas constituidas por los elementos anteriores o sus combinaciones.

- Armaduras de hormigón enterradas, con excepción de las armaduras pretensadas.
- Otras estructuras enterradas que se demuestre que son apropiadas.

Los conductores de cobre usados como electrodos serán de construcción y resistencia eléctrica según la clase 2 de la norma *UNE 21022*.

El tipo y la profundidad de enterramiento de las tomas de tierra deben ser tales que la posible pérdida de humedad del suelo, la presencia del hielo y otros efectos climáticos, no aumenten la resistencia de la corrosión de forma que comprometa las características del diseño de la instalación.

Las canalizaciones metálicas de otros servicios (agua, líquidos o gases inflamables, calefacción central, etc.) no deben ser utilizadas como tomas de tierra por razones de seguridad.

3.7.15.3 Conductores de tierra

La sección de los conductores de tierra tiene que satisfacer las prescripciones del apartado 3.4 de la instrucción *ITC-BT-18* y, cuando estén enterrados, deberán estar de acuerdo con los valores de la presente tabla. La sección no será inferior a la mínima exigida para los conductores de protección.

TIPO	Protegido mecánicamente	No protegido mecánicamente
Protección contra la corrosión	Según apartado 3.4 de la ITC-BT-18	16 mm ² Cobre 16 mm ² Acero Galvanizado
No Protegido contra la corrosión	25 mm ² Cobre 50 mm ² Hierro	
La protección contra la corrosión puede obtenerse mediante una envolvente		

Tabla 3.7.15.3.1 – Secciones mínimas de los conductores de tierra

Durante la ejecución de las uniones entre conductores de tierra y electrodos de

tierra debe extremarse el cuidado, para que resulten eléctricamente correctas. Deben cuidarse, en especial, que las conexiones no dañen ni a los conductores ni a los electrodos de tierra.

3.7.15.4 Conductores de protección

Se instalarán en el interior del recinto, e irán por la misma canalización que las líneas de distribución. Unirán eléctricamente las masas de la instalación a ciertos elementos, con el fin de asegurar la protección contra contactos indirectos.

La sección de los conductores de protección será la indicada en la siguiente tabla, o se obtendrá por cálculo conforme a lo indicado en la Norma *UNE 20460-5-54*, *Apartado 543.1.1*.

En todos los casos, los conductores de protección que no forman parte de la canalización serán de cobre, con una sección, al menos de:

- 2,5 mm², si los conductores de protección disponen de una protección mecánica.
- 4 mm², si los conductores de protección no disponen de una protección mecánica.

Cuando el conductor de protección sea común a varios circuitos, la sección de ese conductor debe dimensionarse en función de la mayor sección de los conductores de fase.

Los conductores de protección deben estar convenientemente protegidos contra deterioros mecánicos, químicos y electroquímicos y contra los esfuerzos electrodinámicos.

Las conexiones deben ser accesibles para la verificación y ensayos, excepto en el caso de las efectuadas en cajas selladas con material de relleno o en cajas no desmontables con juntas estancas.

Las masas de los equipos a unir con los conductores de protección no deben ser conectadas en serie en un circuito de protección, con excepción de las

envolventes montadas en fábrica o canalizaciones prefabricadas.

3.7.15.5 Conductores de equipotencialidad

Su sección no debe ser menor que la mitad de la del conductor de protección de sección mayor de la instalación, con un mínimo de $2,5 \text{ mm}^2$ de cobre.

3.7.15.6 Resistencia de las tomas de tierra

El valor de resistencia a tierra será tal que cualquier masa no pueda dar lugar a tensiones de contacto o superiores a:

- 24V en el local o emplazamiento.
- 50V en los demás casos.

3.7.15.7 Revisión de las tomas de tierra

Es obligatoria la comprobación de las tomas de tierra, por el director de la obra o instalador autorizado, en el momento de dar de alta la instalación para su puesta en marcha o en funcionamiento.

3.7.15.8 Instalación de la toma de tierra

Estará formada por un cable rígido de sección igual o superior a 16 mm^2 en zanjas de cimentación del edificio, formando un anillo cerrado que afecte a todo el perímetro del edificio.

Además constará de electrodos hincados verticalmente en tierra (picas verticales) en un número adecuado, conectados al anillo por una línea de enlace con tierra. Este punto estará situado fuera del suelo y servirá de unión entre la línea de enlace con tierra y la línea principal de tierra, entendiendo esta última como la que parte de la puesta a tierra y llega hasta los cuadros de distribución.

3.7.16 BATERÍA DE CONDENSADORES

Se instalará una batería de condensadores en el lado de baja tensión para compensar el factor de potencia, la cual nos da de un valor de 45 KVar útiles (ver apartado de cálculos).

Dicha batería de condensadores irá instalada junto al Cuadro General Principal e irá conectada al mismo mediante una terna de cables unipolares de sección $4 \times (1 \times 25 \text{ mm}^2) + \text{TT}$ que irán instalados bajo tubo. El conductor será tipo RZ1-K, de la marca Prysmian, modelo Afumex 1000 V Iris Tech, o equivalente. Para proteger esta línea se utilizará un interruptor automático de 4x80A.

3.7.17 CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS DE BAJA TENSIÓN

Para el cálculo de las líneas eléctricas de Baja Tensión se tendrá en cuenta la potencia demandada por los receptores a los que suministra la energía eléctrica cada una de ellas, la tensión de alimentación y el factor de potencia de la instalación.

Una vez calculada la intensidad recorrida en cada línea, se ha seleccionado la sección de cada conductor, teniendo en cuenta la intensidad máxima admisible de acuerdo con las instrucciones ITC-BT-06, ITC-BT-07 e ITC-BT-19, así como las Normas UNE 20.460-3, UNE 20.460-5-523 y las Normas Particulares para las Instalaciones de Enlace de la Compañía Suministradora.

A continuación se comprueba que las secciones de los conductores seleccionados cumplen con las caídas de tensión máximas admisibles indicadas en la ITC-BT-19 y que aparecen reflejadas en el cuadro siguiente:

	Alimentación en CPM (un solo usuario)		Alimentación en CGP	
	Alumbrado	Fuerza	Alumbrado	Fuerza
Línea general de Alimentación (Instrucción ITC-BT-14)			0,5 %	
Derivaciones Individuales (Instrucción ITC-BT-15)	1,5 %		1 %	
Instalación Interior	3 %	5 %	3 %	5 %
TOTAL CAÍDA DE TENSIÓN	4,5 %	6,5 %	4,5 %	6,5 %

Tabla 3.7.17.1 – Caídas de tensión máximas

3.7.17.1 Previsión de cargas

3.7.17.1.1 Previsión de cargas para Líneas de Alumbrado

La previsión de cargas se resume en las Tablas de Excel que se encuentran al final de este anexo.

3.7.17.1.2 Previsión de cargas para Líneas de Fuerza

La previsión de cargas se resume en las Tablas de Excel que se encuentran al final de este anexo.

3.7.17.2 Cálculo de las líneas y tubos por criterio de Intensidad Máxima

La tabla de las líneas ha sido realizada mediante una hoja de cálculo de Excel adjunta al final del anexo.

Para el cálculo de la sección en las líneas se ha tenido en cuenta, en principio, la potencia demandada por los receptores a los que suministra la energía eléctrica cada una de ellas, la tensión de alimentación y el factor de potencia. Una vez

calculada la intensidad recorrida en cada línea, se ha seleccionado la sección de cada conductor, teniendo en cuenta la intensidad máxima admisible de acuerdo con las instrucciones de la *ITC-BT-19* según los casos.

Para el cálculo de intensidades se usarán las siguientes fórmulas:

- Para sistemas monofásicos:

$$I = \frac{P}{U_{FN} \times \cos\varphi} \quad (3.7.17.2.1)$$

- Para sistemas trifásicos:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \times U \times \cos\varphi} \quad (3.7.17.2.2)$$

Dónde:

I = intensidad en la línea (A).

P = potencia absorbida (W).

U = tensión de la línea (V).

$\cos\varphi$ = factor de potencia del receptor.

Según la instrucción *ITC-BT-44*, los circuitos de alimentación de lámparas o tubos de descarga estarán previstos para transportar la carga debida a los propios receptores, a sus elementos asociados y a sus corrientes armónicas, siendo la carga mínima prevista en VA, 1,8 veces la potencia en vatios de los receptores. En el caso de lámparas de descarga será obligatoria la compensación del factor de potencia hasta un valor mínimo de 0,9.

Según la instrucción *ITC-BT-21, Apartado 1.2*, los tubos deberán tener un diámetro tal que permita un fácil alojamiento y extracción de los cables o conductores aislados. Para más de 5 conductores por tubo o para conductores aislados o cables de secciones diferentes a instalar en el mismo tubo, su sección interior será como mínimo igual a 2,5 veces la sección ocupada por los

conductores.

En este caso se trata de tubos aislantes corrugados y rígidos curvables en caliente, por lo tanto los diámetros mínimos vendrán dados por las tablas 5 y 7 de la citada instrucción, según vayan los tubos en canalizaciones empotradas o bien en canalizaciones aéreas o con tubos al aire respectivamente.

3.7.17.3 Cálculo de las líneas por Caída de Tensión Máxima Admisible

A continuación se calculará, como comprobación, que las secciones de los conductores seleccionadas, cumplen con las caídas de tensión máximas admisibles indicadas en la Instrucción *ITC-BT-19, Apartado 2.2.2*, en donde dice: “La sección de los conductores a utilizar se determinará de forma que la caída de tensión entre el origen de la instalación y cualquier punto de utilización, sea menor del 4,5% de la tensión nominal para alumbrado y del 6,5% para los demás usos. Esta caída de tensión se calculará considerando alimentados todos los aparatos de utilización susceptibles de funcionar simultáneamente.”

Para calcular esta caída de tensión se utilizarán las siguientes fórmulas:

- En sistemas monofásicos:

$$e = \frac{2 \times P \times l}{\sigma \times S \times U} \quad (3.7.17.3.1)$$

- En sistemas trifásicos:

$$e = \frac{P \times l}{\sigma \times S \times U} \quad (3.7.17.3.2)$$

Dónde:

e = caída de tensión en la línea (V).

P = potencia absorbida (W).

l = longitud de la línea (m).

S = sección del conductor (mm^2).

U = tensión de alimentación (V).

Estas fórmulas son para Corriente Continua.

Las siguientes se emplearán en Corriente Alterna.

- En tramos monofásicos:

$$\Delta V = \frac{2 \cdot R_{ca(Tc')} \cdot P}{U} \quad (3.7.17.3.3)$$

- En tramos trifásicos:

$$\Delta V = \frac{R_{ca(Tc')} \cdot P}{U} \quad (3.7.17.3.4)$$

Dónde:

ΔV = Caída de tensión en la línea (V).

P = Potencia absorbida por el receptor (W).

U = Tensión de alimentación (V).

$R_{ca(Tc')}$ = Resistencia de la línea a la temperatura Tc' ($^{\circ}\text{C}$).

$R_{ca(Tc')}$ viene determinada por la siguiente ecuación:

$$R_{ca(Tc')} = R_{cc(20)} \cdot (1 + \alpha \cdot (Tc' - 20)) \quad (3.7.17.3.5)$$

Dónde:

$R_{cc(20)}$ = Resistencia en corriente continua a temperatura de 20°C (Ω).

Tc' = Temperatura del conductor ($^{\circ}\text{C}$).

A = Coeficiente de temperatura a 20°C para cables de cobre. Se considera 0,00393.

$R_{cc(20)}$ viene dada por la expresión:

$$R_{cc(20)} = \frac{l}{\sigma \cdot S} \quad (3.7.17.3.6)$$

Dónde:

l = Longitud de la línea (m).

S = Sección del conductor (mm^2).

σ = Coeficiente de conductividad ($\Omega\text{mm}^2/\text{m}$). Para Cu= 56 y para Al= 35, aunque éste varía según la temperatura del conductor.

Para el cálculo de la caída de tensión, se tomará la ρ más desfavorable, dado que ésta varía en función de la temperatura.

Si se trata de aislamiento XLPE, se calculará la ρ para la temperatura de 90°C que es la máxima que puede aguantar el conductor; en el caso de PVC la temperatura más crítica será de 70°C.

Calculamos la ρ para el XLPE o EPR y para el PVC:

- XLPE o EPR:

$$\rho_{T^\circ\text{C}} = \rho_{20^\circ\text{C}} \times [1 + (\alpha \times \Delta T)] \quad (3.7.17.3.7)$$

$$T_{\text{máxima}} = 90^\circ\text{C}$$

$$\alpha_{\text{Cu}} = 0,00393$$

$$\begin{aligned} \rho_{90^\circ\text{C}} ((\Omega.\text{mm}^2)/\text{m}) &= 1/56,850483 \times [1 + (0,00393 \times (90 - 20))] = \\ 0,022429009 &= 1/44,58511743 \end{aligned}$$

- PVC:

$$\rho_{T^\circ\text{C}} = \rho_{20^\circ\text{C}} \times [1 + (\alpha \times \Delta T)] \quad (3.7.17.3.8)$$

$$T_{\text{máxima}} = 70^\circ\text{C}$$

$$\alpha_{Cu} = 0,00393$$

$$\rho_{70^{\circ}C} ((\Omega \cdot mm^2)/m) = 1/56,850483 \times [1 + (0,00393 \times (70 - 20))] = 0,021046435 = 1/47,51398515$$

La temperatura $T_{c'}$ se despeja de la fórmula siguiente:

$$\frac{T_c - T_a}{T_{c'} - T_{a'}} = \frac{R_{ca(T_c)} \cdot I^2}{R_{ca(T_{c'})} \cdot I'^2} \quad (3.7.17.3.9)$$

Los valores de $R_{ca(T_c)}$ y $R_{ca(T_{c'})}$ se ponen en función de T_c y $T_{c'}$.

Dónde:

T_c = Es la temperatura máxima del conductor, $70^{\circ}C$ para cables con aislamiento de PVC y $90^{\circ}C$ con aislamiento en XLPE o EPR.

T_a = Temperatura ambiente en la canalización circulando por el conductor una intensidad I . Se considera $40^{\circ}C$.

$T_{a'}$ = Temperatura ambiente en la canalización circulando por el conductor una intensidad I' . Se considera $40^{\circ}C$.

I = Intensidad máxima del cable según la norma UNE 20.460-5-523.

I' = Intensidad de corriente calculada según las fórmulas.

Una vez obtenida la temperatura $T_{c'}$, se sustituye en la ecuación y se obtienen la Resistencia en corriente alterna a la temperatura $T_{c'}$.

3.7.17.4 Cálculo de las líneas por Energía Pasante

También comprobamos que las secciones cumplen el criterio de tiempo de corte usando la fórmula siguiente:

$$I^2 \times t = (K \times S)^2 \quad (3.7.17.4.1)$$

Dónde:

I = Intensidad de cortocircuito (A).

T = Tiempo de duración del cortocircuito (seg). Consideramos $t=0,1$ s.

K = 115 para el PVC. 135 para el XLPE o EPR.

S = Sección (mm^2).

3.7.17.5 Cálculo de las corrientes de cortocircuito

3.7.17.5.1 Corrientes de cortocircuito en el C.G.P

La corriente de cortocircuito de Baja Tensión vendrá dada por la siguiente expresión:

$$I = \frac{U}{\sqrt{3} \times Z} \quad (3.7.17.5.1.1)$$

Dónde:

I = intensidad de cortocircuito (A).

U = Tensión de Vacío (V).

Z = impedancia total en el punto de cortocircuito (Ω).

La potencia de cortocircuito de la red es de 375 MVA y la tensión nominal en el primario del transformador es de 15.000 V, por lo tanto:

$$Z_Q = C \times \frac{U_N^2}{Z_{cc}} = 1,1 \times \frac{15000^2}{375 \times 10^6} = 0,6 \, \Omega$$

$$X_Q = 0,995 \times Z_Q = 0,995 \times 0,6 = 0,597 \, \Omega$$

$$R_Q = 0,1 \times X_Q = 0,1 \times 0,597 = 0,0597 \, \Omega$$

Y como la relación de transformación es $m = 37,5$, entonces la impedancia de la línea en Baja Tensión:

$$R_{Qb} = \frac{R_Q}{m^2} = \frac{0,0597}{37,5^2} = 0,04245 \text{ m}\Omega$$

$$X_{Qb} = \frac{X_Q}{m^2} = \frac{0,597}{37,5^2} = 0,4245 \text{ m}\Omega$$

La primera impedancia que se calcula es la impedancia de la red de Media Tensión; ésta ya ha sido calculada en el anexo de Línea de Media Tensión.

Los valores en Alta Tensión son de:

$$R = 0,0806 \text{ }\Omega \rightarrow \text{en BT } R = \frac{0,0806}{37,5^2} = 0,05731 \text{ m}\Omega$$

$$X_L = 0,024 \text{ }\Omega \rightarrow \text{en BT } X_L = \frac{0,024}{37,5^2} = 0,01706 \text{ m}\Omega$$

Entonces tenemos que pasarlos para Baja Tensión para poder calcular las corrientes de cortocircuito y así poder dimensionar los Interruptores Automáticos.

Además, tenemos que sumarle la impedancia de la línea en el lado del primario del transformador.

Al final nos queda una impedancia total del de la Red, dividida en:

$$R_{RED} = R + R_Q = 0,05731 + 0,04245 = 0,09976 \text{ m}\Omega$$

$$X_{RED} = X_L + X_Q = 0,01706 + 0,4245 = 0,44156 \text{ m}\Omega$$

La segunda impedancia que tenemos que calcular es la del transformador; esta impedancia se calculará en el lado de Baja Tensión, de la siguiente forma:

Consideramos $\varepsilon R_{cc}=1\%$ y $U_{cc}=6\%$, entonces:

$$Z_{cc} = \frac{V^2 \times U_{cc}}{S} = \frac{400^2 \times 0,06}{100.000} = 96 \text{ m}\Omega$$

$$R_{cc} = \frac{V^2 \times \epsilon R_{cc}}{S} = \frac{400^2 \times 0,01}{100.000} = 1,6 \text{ m}\Omega$$

$$X_{cc} = \sqrt{(Z_{cc}^2 - R_{cc}^2)} = \sqrt{(96^2 - 1,6^2)} = 95,986 \text{ m}\Omega$$

Dónde:

U_{cc} = Tensión de cortocircuito.

R_{cc} = Resistencia de cortocircuito.

X_{cc} = Reactancia de cortocircuito.

Z_{cc} = Impedancia de cortocircuito.

V = Tensión de línea del secundario del transformador.

S = Potencia aparente del transformador.

Tras obtener estas impedancias, se calculará el cortocircuito del Interruptor General del Transformador, es decir, que a la salida del transformador se pondrá un Interruptor Automático, así que su poder de corte es:

$$R_{ccIA\text{ Trafo}} = R_{RED} + R_{cc} = 0,09976 + 1,6 = 1,69976 \text{ m}\Omega$$

$$X_{ccIA\text{ Trafo}} = X_{RED} + X_{cc} = 0,44156 + 95,986 = 96,42756 \text{ m}\Omega$$

$$Z_{ccIA\text{ Trafo}} = \sqrt{1,69976^2 + 96,42756^2} = 96,442539 \text{ m}\Omega$$

$$I_{cc} = \frac{V}{\sqrt{3} \times Z_{ccIA\text{ Trafo}}} = \frac{400}{\sqrt{3} \times 96,442539} = 2,394587 \text{ kA}$$

Para proteger esta línea se utilizará un interruptor automático de 4x160A con un poder de corte de 6 kA.

Dónde:

R_{cc} , X_{cc} = Parámetros del transformador.

R_{RED} , X_{RED} = Parámetros de la red de MT.

$R_{ccIA\text{ Trafo}}$, $X_{ccIA\text{ Trafo}}$ = Parámetros totales en bornes del transformador.

I_{cc} = Intensidad de cortocircuito a la salida del transformador.

La tercera impedancia que tenemos que calcular es la de la acometida, que es la línea que va desde el Centro de Transformación al Cuadro General Principal.

El cable seleccionado para la acometida será del tipo RZ1, marca Prysmian, modelo AFUMEX 1000 V (AS), o equivalente, el cual tiene una resistencia del cable a 20°C de $R = 0,403 \Omega/\text{Km}$ y una impedancia de $X_L = 0,1 \Omega/\text{Km}$.

Datos:

$L = 30 \text{ m}$ (distancia del cuadro general al centro de transformación)

$S = 70 \text{ mm}^2$ (de la línea de acometida)

$$R_{Acometida} = \frac{R (\Omega/\text{Km}) \times L (\text{Km})}{n^\circ \text{ Circuitos} / \text{ Fase}} = \frac{0,403 \times 0,03}{1} = 12,09 \text{ m}\Omega$$

$$X_{Acometida} = \frac{X (\Omega/\text{Km}) \times L (\text{Km})}{n^\circ \text{ Circuitos} / \text{ Fase}} = \frac{0,1 \times 0,03}{1} = 30 \text{ m}\Omega$$

Dónde:

$R_{Acometida}, X_{Acometida}$ = Parámetros totales en Acometida.

Tras obtener estas impedancias se calcula el cortocircuito del Interruptor General de la Acometida, así que su poder de corte es :

$$R_{CCIA \text{ ACOMETIDA}} = R_{RED} + R_{CC} + R_{ACOMETIDA} = 0,09976 + 1,6 + 12,09 = \\ = R_{CCIA \text{ ACOMETIDA}} = 13,78976 \text{ m}\Omega$$

$$X_{CCIA \text{ ACOMETIDA}} = X_{RED} + X_{CC} + X_{ACOMETIDA} = 0,44156 + 95,986 + 30 = \\ = X_{CCIA \text{ ACOMETIDA}} = 126,42756 \text{ m}\Omega$$

$$Z_{CCIA \text{ ACOMETIDA}} = \sqrt{13,78976^2 + 126,42756^2} = 127,17737 \text{ m}\Omega$$

$$I_{cc} = \frac{V}{\sqrt{3} \times Z_{cc_{IAAcome}}} = \frac{400}{\sqrt{3} \times 127,17737} = 1,815889 \text{ kA}$$

Para proteger esta línea se utilizará un interruptor automático de 4x160A con un poder de corte de 6 kA.

La intensidad máxima de choque en el instante más desfavorable vendrá dada por la expresión:

$$I_M = K \times \sqrt{2} \times I_{cc} \quad (3.7.17.5.1.2)$$

Donde el valor de K depende de la relación: $\frac{R}{X}$

Según tablas, Norma UNE 21-239-94, figura 8:

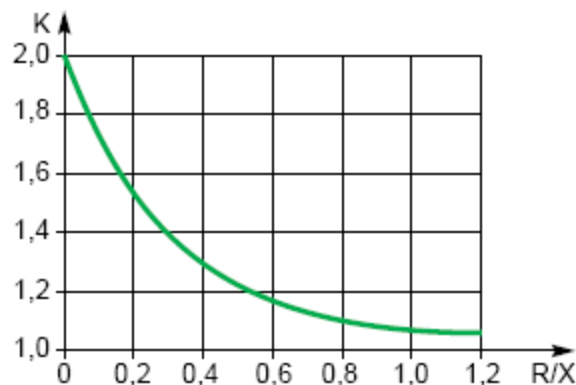


Figura 3.7.17.5.1.1 – Figura 8, UNE 21-239-94

Como en este caso, $R / X = 13,78976 / 126,42756 \text{ m}\Omega = 0,109$ introduciendo este dato en la gráfica obtenemos un valor de $K = 1,8$

Por lo que la intensidad máxima de choque en el instante más desfavorable será:

$$I_M = K \times \sqrt{2} \times I_{cc} = 1,8 \times \sqrt{2} \times 1,815889 \text{ kA} = 4,622498 \text{ kA}$$

3.7.17.5.2 Corrientes de cortocircuito del C.G.P al C.G.P – A

A la resistencia calculada en el apartado anterior perteneciente a la línea de acometida, les sumaremos las resistencias de las líneas que tenemos hasta el punto de cálculo de la intensidad de cortocircuito.

El cable seleccionado para el Cuadro de Alumbrado 1 será tipo RZ1-K, marca Prysmian, modelo Afumex 1000V Iris Tech (AS), o equivalente, el cual tiene una resistencia del cable a 20°C de $R = 4,95 \Omega/\text{Km}$ para $S = 4 \text{ mm}^2$

$$L = 3,5 \text{ m}$$

$$S = 4 \text{ mm}^2$$

$$R = 4.95 \Omega/\text{Km} \times 0,0035 \text{ Km} = 17,325 \text{ m}\Omega$$

$$X = 0,1\Omega/\text{Km} \times 0,0035 \text{ Km} = 0,35 \text{ m}\Omega$$

Tenemos pues una impedancia total:

$$R = 13,78976 \text{ m}\Omega + 17,325 \text{ m}\Omega = 31,11476 \text{ m}\Omega$$

$$X = 126,42756 \text{ m}\Omega + 0,35 \text{ m}\Omega = 126,77756 \text{ m}\Omega$$

$$Z = 130,53994 \text{ m}\Omega$$

La intensidad de cortocircuito será:

$$I = \frac{U}{\sqrt{3} \times Z} = 1,76911 \text{ KA}$$

Para proteger esta línea se utilizará un interruptor automático de 4x25A con un poder de corte de 6 kA.

3.7.17.5.3 Corrientes de cortocircuito del C.G.P al C.G.P – F

A la resistencia calculada en el apartado anterior perteneciente a la línea de acometida, les sumaremos las resistencias de las líneas que tenemos hasta el punto de cálculo de la intensidad de cortocircuito.

El cable seleccionado para el Cuadro de Alumbrado 1 será tipo RZ1-K, marca Prysmian, modelo Afumex 1000V Iris Tech (AS), o equivalente, el cual tiene una resistencia del cable a 20°C de $R = 0,386 \Omega/\text{Km}$ para $S = 50 \text{ mm}^2$

$$L = 2,5 \text{ m}$$

$$S = 50 \text{ mm}^2$$

$$R = 0,386 \Omega/\text{Km} \times 0,0025 \text{ Km} = 0,965 \text{ m}\Omega$$

$$X = 0,1 \Omega/\text{Km} \times 0,0025 \text{ Km} = 0,25 \text{ m}\Omega$$

Tenemos pues una impedancia total:

$$R = 13,78976 \text{ m}\Omega + 0,965 \text{ m}\Omega = 14,75476 \text{ m}\Omega$$

$$X = 126,42756 \text{ m}\Omega + 0,25 \text{ m}\Omega = 126,67756 \text{ m}\Omega$$

$$Z = 127,53394 \text{ m}\Omega$$

La intensidad de cortocircuito será:

$$I = \frac{U}{\sqrt{3} \times Z} = 1,81081 \text{ KA}$$

Para proteger esta línea se utilizará un interruptor automático de 4x125A con un poder de corte de 6 kA.

3.7.17.5.4 Corrientes de cortocircuito en los cuadros secundarios

Se seguirá el mismo procedimiento que en el caso anterior sumando en este caso además la resistencia debida a la línea hasta el correspondiente cuadro.

- Corrientes de cortocircuito en el C.S.A.1:

A la resistencia calculada en el apartado anterior perteneciente a la línea de acometida, les sumaremos las resistencias de las líneas que tenemos hasta el punto de cálculo de la intensidad de cortocircuito.

El cable seleccionado para el Cuadro de Alumbrado 1 será tipo RZ1-K, marca

Prysmian, modelo Afumex 1000V Iris Tech, o equivalente, el cual tiene una resistencia del cable a 20°C de $R = 7,98 \Omega/\text{Km}$ para $S = 2,5 \text{ mm}^2$

$$L = 7 \text{ m}$$

$$S = 2,5 \text{ mm}^2$$

$$R = 7,98 \Omega/\text{Km} \times 0,007 \text{ Km} = 55,86 \text{ m}\Omega$$

$$X = 0,1 \Omega/\text{Km} \times 0,007 \text{ Km} = 0,7 \text{ m}\Omega$$

Tenemos pues una impedancia total:

$$R = 31,11476 \text{ m}\Omega + 55,86 \text{ m}\Omega = 86,97476 \text{ m}\Omega$$

$$X = 126,77756 \text{ m}\Omega + 0,7 \text{ m}\Omega = 127,47756 \text{ m}\Omega$$

$$Z = 154,32153 \text{ m}\Omega$$

La intensidad de cortocircuito será:

$$I = \frac{U}{\sqrt{3} \times Z} = 1,49648 \text{ KA}$$

Para proteger esta línea se utilizará un interruptor automático de 4x20A con un poder de corte de 6 kA.

- Corrientes de cortocircuito en el C.S.A.2:

A la resistencia calculada en el apartado anterior perteneciente a la línea de acometida, les sumaremos las resistencias de las líneas que tenemos hasta el punto de cálculo de la intensidad de cortocircuito.

El cable seleccionado para el Cuadro de Alumbrado 1 será tipo RZ1-K, marca Prysmian, modelo Afumex 1000V Iris Tech , o equivalente, el cual tiene una resistencia del cable a 20°C de $R = 7,98 \Omega/\text{Km}$ para $S = 2,5 \text{ mm}^2$

$$L = 38,5 \text{ m}$$

$$S = 2,5 \text{ mm}^2$$

$$R = 7,98 \text{ } \Omega/\text{Km} \times 0,0385 \text{ Km} = 307,23 \text{ m}\Omega$$

$$X = 0,1 \Omega/\text{Km} \times 0,0385 \text{ Km} = 3,85 \text{ m}\Omega$$

Tenemos pues una impedancia total:

$$R = 31,11476 \text{ m}\Omega + 307,23 \text{ m}\Omega = 338,34476 \text{ m}\Omega$$

$$X = 126,77756 \text{ m}\Omega + 3,85 \text{ m}\Omega = 130,62756 \text{ m}\Omega$$

$$Z = 362,68542 \text{ m}\Omega$$

La intensidad de cortocircuito será:

$$I = \frac{U}{\sqrt{3} \times Z} = 0,63675 \text{ KA}$$

Para proteger esta línea se utilizará un interruptor automático de 4x20A con un poder de corte de 6 kA.

- Corrientes de cortocircuito en el C.S.A.E:

El cable seleccionado para el Cuadro de Alumbrado de Emergencia será tipo RZ1-K, marca Prysmian, modelo Afumex 1000V Iris Tech, o equivalente, el cual tiene una resistencia del cable a 20°C de $R = 7,98 \text{ } \Omega/\text{Km}$ para $S = 2,5 \text{ mm}^2$ y una $X = 0,1 \Omega/\text{Km}$.

$$L = 8 \text{ m}$$

$$S = 2,5 \text{ mm}^2$$

$$R = 7,98 \Omega/\text{Km} \times 0,008 \text{ Km} = 63,84 \text{ m}\Omega$$

$$X = 0,1 \Omega/\text{Km} \times 0,008 \text{ Km} = 0,8 \text{ m}\Omega$$

Tenemos pues una impedancia total:

$$R = 31,11476 \text{ m}\Omega + 63,84 \text{ m}\Omega = 94,95476 \text{ m}\Omega$$

$$X = 126,77756 \text{ m}\Omega + 0,8 \text{ m}\Omega = 127,57756 \text{ m}\Omega$$

$$Z = 159,03596 \text{ m}\Omega$$

La intensidad de cortocircuito será:

$$I = \frac{U}{\sqrt{3} \times Z} = 1,452125 \text{ kA}$$

Para proteger esta línea se utilizará un interruptor automático de 4x20A con un poder de corte de 6 kA.

- Corrientes de cortocircuito en el C.S.F.1:

A la resistencia calculada en el apartado anterior perteneciente a la línea de acometida, les sumaremos las resistencias de las líneas que tenemos hasta el punto de cálculo de la intensidad de cortocircuito.

El cable seleccionado para el Cuadro de Alumbrado 1 será tipo RZ1-K, marca Prysmian, modelo Afumex 1000V Iris Tech (AS), o equivalente, el cual tiene una resistencia del cable a 20°C de $R = 3,3 \text{ }\Omega/\text{Km}$ para $S = 6 \text{ mm}^2$

$$L = 9,5 \text{ m}$$

$$S = 6 \text{ mm}^2$$

$$R = 3,3 \text{ }\Omega/\text{Km} \times 0,0095 \text{ Km} = 31,35 \text{ m}\Omega$$

$$X = 0,1 \Omega/\text{Km} \times 0,0095 \text{ Km} = 0,95 \text{ m}\Omega$$

Tenemos pues una impedancia total:

$$R = 14,75476 \text{ m}\Omega + 31,35 \text{ m}\Omega = 46,10476 \text{ m}\Omega$$

$$X = 126,67756 \text{ m}\Omega + 0,95 \text{ m}\Omega = 127,62756 \text{ m}\Omega$$

$$Z = 135,69889 \text{ m}\Omega$$

La intensidad de cortocircuito será:

$$I = \frac{U}{\sqrt{3} \times Z} = 1,70185 \text{ kA}$$

Para proteger esta línea se utilizará un interruptor automático de 4x40A con un poder de corte de 6 kA a 400V.

- Corrientes de cortocircuito en el C.S.F.2:

A la resistencia calculada en el apartado anterior perteneciente a la línea de acometida, les sumaremos las resistencias de las líneas que tenemos hasta el punto de cálculo de la intensidad de cortocircuito.

El cable seleccionado para el Cuadro de Alumbrado 1 será tipo RZ1-K, marca Prysmian, modelo Afumex 1000V Iris Tech (AS), o equivalente, el cual tiene una resistencia del cable a 20°C de $R = 0,554 \text{ }\Omega/\text{Km}$ para $S = 35 \text{ mm}^2$

$$L = 39,4 \text{ m}$$

$$S = 35 \text{ mm}^2$$

$$R = 0,554 \text{ }\Omega/\text{Km} \times 0,0394 \text{ Km} = 21,8276 \text{ m}\Omega$$

$$X = 0,1\Omega/\text{Km} \times 0,0394 \text{ Km} = 3,94 \text{ m}\Omega$$

Tenemos pues una impedancia total:

$$R = 14,75476 \text{ m}\Omega + 21,8276 \text{ m}\Omega = 36,58236 \text{ m}\Omega$$

$$X = 126,67756 \text{ m}\Omega + 3,94 \text{ m}\Omega = 130,61756 \text{ m}\Omega$$

$$Z = 135,6378 \text{ m}\Omega$$

La intensidad de cortocircuito será:

$$I = \frac{U}{\sqrt{3} \times Z} = 1,70262 \text{ kA}$$

Para proteger esta línea se utilizará un interruptor automático de 4x100A con un poder de corte de 6 kA.

3.7.17.6 Cálculo de las protecciones

3.7.17.6.1 Cálculo de los interruptores automáticos

Con objeto de proteger la instalación contra sobrecargas y cortocircuitos se dispondrán los siguientes interruptores automáticos; para su selección se ha tenido en cuenta el disponer de selectividad en la instalación de manera que en caso de un defecto, corte primero el interruptor situado inmediatamente aguas arriba de dicho defecto.

3.7.17.6.2 Cálculo de los diferenciales

Para proteger la instalación contra contactos indirectos se dispondrán, como se indica en los correspondientes esquemas, interruptores diferenciales con una sensibilidad de 30mA para las líneas de alumbrado y fuerza y 300mA para los cuadros secundarios. Se tendrá en cuenta en la elección de estos que la intensidad nominal sea igual o superior que la del interruptor automático situado aguas arriba del mismo.

3.7.18 HOJAS DE CÁLCULO (TABLAS DE EXCEL)

Los factores de simultaneidad se aplicarán para el del cálculo del cuadro principal. Estos solo se usarán para fuerza.

3.7.18.1 Tablas de previsión de cargas de alumbrado

	FASES R, S y T							
	Nº lum.	Tipo	P.Unit.(W)	Coef.	F.d.p.	Activa (KW)	Reactiva (KVAr)	Aparente (KVA)
Cuadras	18	LED	51	1,8	0,9	1,48716	0,72	1,6524
Zona enfriado	6	LED	51	1,8	0,9	0,49572	0,24	0,5508
Sala ordeñadora	15	LED	51	1,8	0,9	1,2393	0,60	1,377
EMERGENCIA Cuadra 1	21	fluoresc.	11	1,8	0,9	0,37422	0,18	0,4158
EMERGENCIA Cuadra 2	9	fluoresc.	11	1,8	0,9	0,16038	0,08	0,1782
TOTAL						3,75678	1,741816	3,996

Tabla 3.7.18.1.1

	FASES R							
	Nº lum.	Tipo	P.Unit.(W)	Coef.	F.d.p.	Activa (KW)	Reactiva (KVAr)	Aparente (KVA)
Vestuario femenino	3	LED	26	1,8	0,9	0,12636	0,06	0,1404
Baño femenino	3	LED	11	1,8	0,9	0,05346	0,03	0,0594
Oficina	4	LED	51	1,8	0,9	0,33048	0,16	0,3672
EMERGENCIA Almacén	3	fluoresc.	11	1,8	0,9	0,05346	0,03	0,0594
EMERGENCIA Baño Femenino	2	fluoresc.	11	1,8	0,9	0,03564	0,02	0,0396
EMERGENCIA Vestuario Masculino	2	fluoresc.	11	1,8	0,9	0,03564	0,02	0,0396
EMERGENCIA Cuadra 2	2	fluoresc.	11	1,8	0,9	0,03564	0,02	0,0396

EMERGENCIA Vestuario Femenino	2	fluoresc.	11	1,8	0,9	0,03564	0,02	0,0396
TOTAL						0,70632	0,402501	0,9234

Tabla 3.7.18.1.2

	FASES S							
	Nº lum.	Tipo	P.Unit.(W)	Coef.	F.d.p.	Activa (KW)	Reactiva (KVAr)	Aparente (KVA)
Cuadras	2	LED	51	1,8	0,9	0,16524	0,08	0,1836
Sala ordeñadora	1	LED	51	1,8	0,9	0,08262	0,04	0,0918
Pasillo	3	LED	51	1,8	0,9	0,24786	0,12	0,2754
EMERGENCIA Cuadra 1	2	fluoresc.	11	1,8	0,9	0,03564	0,02	0,0396
EMERGENCIA Oficina	2	fluoresc.	11	1,8	0,9	0,03564	0,02	0,0396
EMERGENCIA Baño Masculino	2	fluoresc.	11	1,8	0,9	0,03564	0,02	0,0396
EMERGENCIA Pasillo	6	fluoresc.	11	1,8	0,9	0,10692	0,05	0,1188
TOTAL						0,70956	0,26	0,5904

Tabla 3.7.18.1.3

	FASES T							
	Nº lum.	Tipo	P.Unit.(W)	Coef.	F.d.p.	Activa (KW)	Reactiva (KVAr)	Aparente (KVA)
Baño masculino	3	LED	11	1,8	0,9	0,05346	0,03	0,0594
Vestuario masculino	3	LED	26	1,8	0,9	0,12636	0,06	0,1404
Zona enfriado	1	LED	51	1,8	0,9	0,08262	0,04	0,0918
Almacén	2	LED	51	1,8	0,9	0,16524	0,08	0,1836
Sala ordeñadora	1	LED	51	1,8	0,9	0,08262	0,04	0,0918

EMERGENCIA Zona Enfriado	6	fluoresc.	11	1,8	0,9	0,10692	0,05	0,1188
EMERGENCIA Sala Ordeño	5	fluoresc.	11	1,8	0,9	0,0891	0,04	0,099
TOTAL						0,70632	0,34	0,7848

Tabla 3.7.18.1.4

	Activa (KW)	Reactiva (KVAr)	Aparente (KVA)
TOTAL GRANJA	5,87898	2,761014	6,3342

Tabla 3.7.18.1

3.7.18.2 Tablas de previsión de cargas de fuerza

	FASES R, S y T									
	Ubicación	Unidades	Intensidad unitaria (A) monofásica	Intensidad unitaria (A) trifásica	P.Unit. (KW)	Coef. Simultaniedad	F.d.p.	Activa (KW)	Reactiva (KVAr)	Aparente (KVA)
T.C.C.	Zona de enfriado	2	16	16	17,700	0,2	0,8	7,080	5,310	8,850
T.C.C.	Sala ordeñadora	1	16	16	17,700	0,2	0,8	3,540	2,655	4,425
T.C.C.	Almacén	1	16	16	17,700	0,2	0,8	3,540	2,655	4,425
TOTAL T.C.C.								14,160	10,620	17,700

Tabla 3.7.18.2.1

	Ubicación		Unidades	Intensidad unitaria (A) trifásica	P.Unit. (KW)	Coef. Simultaniedad	F.d.p.	Activa (KW)	Reactiva (KVAr)	Aparente (KVA)
Tanque de frio	Zona enfriado		2	13,351	7,4	1,25	0,8	18,500	13,875	23,125
Motor ordeñadora	Zona enfriado		1	7,217	4	1,25	0,8	5,000	3,750	6,250
Grupo de vacio	Zona enfriado		1	7,217	4	1,25	0,8	5,000	3,750	6,250

Arrobadera hidráulica 1	Cuadras		1	4,511	2,5	1,25	0,8	3,125	2,344	3,906
Arrobadera hidráulica 2	Cuadras		1	5,413	3	1,25	0,8	3,750	2,813	4,688
TOTAL MÁQUINAS								35,375	26,531	44,219

Tabla 3.7.18.2.2

	Activa (KW)	Reactiva (KVAr)	Aparente (KVA)
TOTAL T.C.C. Y MÁQUINAS	49,535	37,151	61,919

Tabla 3.7.18.2.3

	FASE R								
	Ubicación	Unidades	Intensidad unitaria (A)	P.Unit. (KW)	Coef.	F.d.p.	Activa (KW)	Reactiva (KVAr)	Aparente (KVA)
Tomas monofásicas	Vestuario femenino	2	16	2,944	0,2	0,8	1,178	0,883	1,472
Tomas monofásicas	Oficina	4	16	2,944	0,2	0,8	2,355	1,766	2,944
Tomas monofásicas	Baño femenino	1	16	2,944	0,2	0,8	0,589	0,442	0,736
TOTAL FASE R							4,12	3,09	5,15

Tabla 3.7.18.2.4

	FASE S								
	Ubicación	Unidades	Intensidad unitaria (A)	P.Unit. (KW)	Coef.	F.d.p.	Activa (KW)	Reactiva (KVAr)	Aparente (KVA)
Tomas monofásicas	Pasillo	3	16	2,944	0,2	0,8	1,766	1,325	2,208
Tomas monofásicas	Zona enfriado	4	16	2,944	0,2	0,8	2,355	1,77	2,944
TOTAL FASE S							4,122	3,091	5,152

Tabla 3.7.18.2.5

	FASE T								
	Ubicación	Unidades	Intensidad unitaria (A)	P.Unit. (KW)	Coef.	F.d.p.	Activa (KW)	Reactiva (KVAr)	Aparente (KVA)
Tomas monofásicas	Vestuario masculino	2	16	2,944	0,2	0,8	1,178	0,883	1,472
Tomas monofásicas	Baño masculino	1	16	2,944	0,2	0,8	0,589	0,442	0,736
Tomas monofásicas	Almacén	1	16	2,944	0,2	0,8	0,589	0,442	0,736

Tomas monofásicas	Sala ordeñadora	3	16	2,944	0,2	0,8	1,766	1,32	2,208
TOTAL FASE T							4,122	3,091	5,152
TOTAL R,S,T							12,365	9,274	15,456
TOTAL FUERZA							61,900	46,425	77,375

Tabla 3.7.18.2.6

3.7.18.3 Tabla de secciones de la acometida

	P.absor. (kW)	V(v)	Longitud (m)	S por ΔV (mm²)	S mínima por ΔV (mm²)	I (A)	S comercial (mm²)	I adm (A)	S (KVA)	Q (KVAr)
Línea acometida	66,556	400	30,0	24,2453	25	120,081	70	185	83,195	49,92

Tabla 3.7.18.3.1

3.7.18.4 Tabla de secciones del Cuadro General Principal

Línea del C.G.P al C.G.P.AY C.G.P.F	P.absor. (kW)	V(v)	Longitud (m)	S por ΔV (mm ²)	S mínima por ΔV (mm ²)	I (A)	S comercial (mm ²)	I adm (A)	S (KVA)	Q (KVAr)
C.S.F. Total	61,900	400	2,5	1,8791	2,5	111,681	50	145	77,375	46,42
C.S.A. Total	4,656	400	3,5	0,1979	1,5	7,467	4	31	5,173	2,25

Tabla 3.7.18.4.1

C.G.A.	P.absor. (kW)	V(v)	Longitud (m)	S por ΔV (mm ²)	S mínima por ΔV (mm ²)	I (A)	S comercial (mm ²)	I adm (A)	S (KVA)	Q (KVAr)
Línea a C.S.A. 1	1,652	400	7	0,1654	1,5	2,65	2,5	23	1,836	0,8
Línea a C.S.A. 2	3,003	400	38,5	1,6534	2,5	4,817	2,5	23	3,337	1,45
Línea a C.S.A. EMERGENCIA	1,14048	400	8,0	0,130457	1,5	1,829045	2,5	23	1,2672	0,55236
C.G.F.	P.absor. (kW)	V(v)	Longitud (m)	S por ΔV (mm ²)	S mínima por ΔV (mm ²)	I (A)	S comercial (mm ²)	I adm (A)	S (KVA)	Q (KVAr)
Línea a C.S.F. 1	11,783	400	9,5	0,8003	1,5	21,26	6	40	14,729	8,84
Línea a C.S.F. 2	50,117	400	39,4	14,1169	16	90,421	35	119	62,646	37,59

Tabla 3.7.18.4.2

3.7.18.5 Tablas de secciones de alumbrado

- Cuadros secundarios de alumbrado:

C.S.A.1	zona	Fase	P total(Kw)	Longitud (m)	$\Delta V(\%)$ real	V(v)	S por $\Delta V(\text{mm}^2)$	S mínima por $\Delta V(\text{mm}^2)$	I (A)	S(KVA)	Q(Kvar)	I Adm.(A)
L.A.1.1	Cuadras	R	0,248	70	0,939	230	0,704	1,5	1,197	0,275	0,12	15
L.A.1.2	Cuadras	S	0,330	76	1,359	230	1,019	1,5	1,597	0,367	0,16	15
L.A.1.3	Cuadras	T	0,248	64	0,858	230	0,644	1,5	1,197	0,275	0,12	15
L.A.1.4	Cuadras	R	0,248	64	0,858	230	0,644	1,5	1,197	0,275	0,12	15
L.A.1.5	Cuadras	S	0,330	58	1,037	230	0,778	1,5	1,597	0,367	0,16	15
L.A.1.6	Cuadras	T	0,248	59	0,791	230	0,593	1,5	1,197	0,275	0,12	15

Tabla 3.7.18.5.1

C.S.A.1	Zona	Fase	P total(Kw)	Longitud (m)	$\Delta V(\%)$ real	V(v)	S por $\Delta V(\text{mm}^2)$	S mínima por $\Delta V(\text{mm}^2)$	I (A)	S(KVA)	Q(Kvar)	I Adm.(A)
L.A.2.1	Zona enfriado	R	0,165	50	2	230	0,335	1,5	0,798	0,184	0,08	15
L.A.2.2	Zona enfriado	S	0,165	53	2	230	0,355	1,5	0,798	0,184	0,08	15
L.A.2.3	Zona enfriado	T	0,165	56	2	230	0,376	1,5	0,798	0,184	0,08	15
L.A.2.4	Zona enfriado	S	0,165	59	2	230	0,396	1,5	0,798	0,184	0,08	15
L.A.2.5	Sala ordeñadora	R	0,413	45	2	230	0,754	1,5	1,996	0,459	0,20	15
L.A.2.6	Sala ordeñadora	S	0,413	40	2	230	0,671	1,5	1,996	0,459	0,20	15
L.A.2.7	Sala ordeñadora	T	0,496	35	2	230	0,704	1,5	2,395	0,551	0,24	15
L.A.2.8	Baño masculino	R	0,053	11	2	230	0,024	1,5	0,258	0,059	0,03	15
L.A.2.9	Baño femenino	T	0,053	12	2	230	0,026	1,5	0,258	0,059	0,03	15
L.A.2.10	Vestuario masculino	T	0,126	12	2	230	0,062	1,5	0,610	0,140	0,06	15
L.A.2.11	Vestuario femenino	R	0,126	16	2	230	0,082	1,5	0,610	0,140	0,06	15
L.A.2.12	Oficina	R	0,248	22	2	230	0,221	1,5	1,197	0,275	0,12	15
L.A.2.13	Pasillo	S	0,248	13	2	230	0,131	1,5	1,197	0,275	0,12	15
L.A.2.14	Almacén	T	0,165	33	2	230	0,221	1,5	0,798	0,184	0,08	15

Tabla 3.7.18.5.2

- Cuadros secundarios de emergencias:

C.S.A.EM.	zona	Fase	P total(Kw)	Longitud (m)	$\Delta V(\%)$	V(v)	S por $\Delta V(\text{mm}^2)$	S mínima por $\Delta V(\text{mm}^2)$	I (A)	S(KVA)	Q(Kvar)	I Adm.(A)
L.A.EM.1	Cuadra 1	S	0,16038	58	3	230	0,251657	1,5	0,774783	0,1782	0,077676	15
L.A.EM.2	Cuadra 1	R	0,12474	58	3	230	0,195734	1,5	0,602609	0,1386	0,060414	15
L.A.EM.3	Cuadra 1	T	0,12474	58	3	230	0,195734	1,5	0,602609	0,1386	0,060414	15
L.A.EM.4	Cuadra 2	R	0,0891	62	3	230	0,149452	1,5	0,430435	0,099	0,043153	15
L.A.EM.5	Cuadra 2	S	0,05346	62	3	230	0,089671	1,5	0,258261	0,0594	0,025892	15
L.A.EM.6	Cuadra 2	T	0,05346	62	3	230	0,089671	1,5	0,258261	0,0594	0,025892	15

Tabla 3.7.18.5.3

C.S.A.EM.	Zona	Fase	P total(Kw)	Longitud (m)	$\Delta V(\%)$	V(v)	S por $\Delta V(\text{mm}^2)$	S mínima por $\Delta V(\text{mm}^2)$	I (A)	S(KVA)	Q(Kvar)	I Adm.(A)
L.A.EM.1	Oficina	S	0,03564	24	3	230	0,023141	1,5	0,172174	0,0396	0,017261	15
L.A.EM.2	Sala Ordeño	T	0,0891	43	3	230	0,103652	1,5	0,430435	0,099	0,043153	15
L.A.EM.3	Zona Enfriado	T	0,10692	37	3	230	0,107027	1,5	0,516522	0,1188	0,051784	15
L.A.EM.4	Vestuario Masculino	R	0,03564	12	3	230	0,01157	1,5	0,172174	0,0396	0,017261	15
L.A.EM.5	Vestuario Femenino	R	0,03564	14	3	230	0,013499	1,5	0,172174	0,0396	0,017261	15
L.A.EM.6	Almacén	R	0,05346	34	3	230	0,049174	1,5	0,258261	0,0594	0,025892	15

Tabla 3.7.18.5.4

3.7.18.6 Tablas de secciones de fuerza

- Cuadros secundarios de fuerza:

C.S.F. 1	Fase	P.real (kW)	V(v)	Longitud (m)	$\Delta V(\%)$ Real	S por ΔV (mm ²)	S mínima por ΔV (mm ²)	I (A)	S comercial (mm ²)	I adm (A)	S (KVA)	Q (KVAr)
L.F.1-1 Tomas monofásicas(Almacén)	T	0,589	230	15,0	0,3398	0,2546	2,5	3,200	2,5	21	0,736	0,44
L.F.1-2 Tomas de corriente combinadas(Almacén)	R,S,T	3,540	400	25,0	0,2327	0,4218	2,5	6,387	6	36	4,425	2,66
L.F.1-3 Tomas monofásicas(Pasillo)	S	1,766	230	12,0	0,8154	0,6111	2,5	9,600	2,5	21	2,208	1,32
L.F.1-4 Tomas monofásicas(Oficina)	R	2,355	230	20,0	1,8121	1,3581	2,5	12,800	2,5	21	2,944	1,77
L.F.1-5 Tomas monofásicas(Vestuario masculino)	T	1,178	230	11,0	0,4983	0,3735	2,5	6,400	2,5	21	1,472	0,88
L.F.1-6 Tomas monofásicas(Vestuario femenino)	R	1,178	230	9,0	0,4077	0,3056	2,5	6,400	2,5	21	1,472	0,88
L.F.1-7 Tomas monofásicas(Baño masculino)	T	0,589	230	6,0	0,1359	0,1019	2,5	3,200	2,5	21	0,736	0,44
L.F.1-8 Tomas monofásicas(Baño femenino)	R	0,589	230	4,0	0,0906	0,0679	2,5	3,200	2,5	21	0,736	0,44

Tabla 3.7.18.7.1

C.S.F. 2	Fase	P.real (kW)	V(v)	Longitud (m)	$\Delta V(\%)$ Real	S por ΔV (mm ²)	S mínima por ΔV (mm ²)	I (A)	S comercial (mm ²)	I adm (A)	S (KVA)	Q (KVAr)
L.F.2-1 Tomas de corriente combinadas(Ordeñadora)	R,S,T	3,540	400	20,0	0,1862	0,3374	2,5	6,387	6	36	4,425	2,66
L.F.2-2 Tomas monofásicas(Ordeñadora)	T	1,766	230	4,0	0,2718	0,2037	2,5	9,600	2,5	21	2,208	1,32
L.F.2-3 Arrobadera 1	R,S,T	3,125	400	39,0	0,3205	0,5809	2,5	5,638	6	36	3,906	2,34
L.F.2-4 Arrobadera 2	R,S,T	3,750	400	49,0	0,4832	0,8758	2,5	6,766	6	36	4,688	2,81
L.F.2-5 Tomas de corriente combinadas(Zona enfriado)	R,S,T	7,080	400	20,0	0,3724	0,6749	2,5	12,774	6	36	8,850	5,31
L.F.2-6 Tomas monofásicas(Zona enfriado)	S	2,355	230	26,0	2,3557	1,7655	2,5	12,800	2,5	21	2,944	1,77
L.F.2-7 Tanque frio 1	R,S,T	9,250	400	7,0	0,1703	0,3086	2,5	16,689	6	36	11,563	6,94
L.F.2-8 Tanque frio 2	R,S,T	9,250	400	10,0	0,2433	0,4409	2,5	16,689	6	36	11,563	6,94

L.F.2-9 Motor ordeñadora	R,S,T	5,000	400	3,0	0,0394	0,0715	2,5	9,021	6	32	6,250	3,75
L.F.2-10 Grupo de vacío	R,S,T	5,000	400	4,0	0,0526	0,0953	2,5	9,021	6	36	6,250	3,75

Tabla 3.7.18.7.2

3.7.18.8 Tabla de secciones de la batería de condensadores

Bateria de condensadores	Q.real (kW)	V(v)	Longitud (m)	$\Delta V(\%)$ Real	S por ΔV (mm²)	S mínima por ΔV (mm²)	I (A)	S comercial (mm²)	I adm (A)	S (KVA)	Q (KVAr)
	45	400	2	0	3,278571	4	64,9519	25	95	45	45

Tabla 3.7.18.8.1

3.7.19 CÁLCULO DE LA BATERÍA DE CONDENSADORES

A continuación se calculará la batería de condensadores a instalar en el lado de baja tensión para compensar el factor de potencia de la instalación.

- Alumbrado:

$$P(\text{activa}) = 5,796 \text{ KW}$$

$$Q(\text{reactiva}) = 2,81 \text{ KVAr}$$

- Fuerza:

$$P(\text{activa}) = 61,9 \text{ KW}$$

$$Q(\text{reactiva}) = 46,42 \text{ KVAr}$$

En total tenemos:

$$P = 67,696 \text{ KW}$$

$$Q = 49,23 \text{ KVAr}$$

$$S = \sqrt{(P^2 + Q^2)} = 83,7038 \text{ KVA} \quad (3.7.19.1)$$

Con el valor calculado de Q (49,23 KVAr), elegimos el modelo estándar de la batería de condensadores, que deberá ser un valor estándar inferior a este valor calculado. Esta batería se instalará para compensar el factor de potencia e irá montada en el Cuadro General Principal, o lo más cerca posible de él.

En nuestro caso se montará una batería automática. El modelo escogido será de 45 KVAr y es el siguiente:

Varset automática 400 V 45 KVAr

$$Q_C = 45 \text{ KVAr (batería de condensadores)}$$

$$Q_T = Q - Q_C = 49,23 \text{ KVAr} - 45 \text{ KVAr} = 4,23 \text{ KVAr} \quad (3.7.19.2)$$

$$S' = \sqrt{(P^2 + Q_T^2)} = \sqrt{(67,696^2 + 4,23^2)} = 67,828 \text{ KVA} \quad (3.7.19.3)$$

$$Tg(\varphi) = Q_T / P = 4,23 \text{ KVAr} / 67,696 \text{ KW} = 0,06248 \quad (3.7.19.4)$$

$$\varphi = 3,575^\circ$$

$$\cos(\varphi) = 0,99805$$

Como podemos observar, se compensará el factor de potencia a valores cercanos a la unidad.

La batería de condensadores escogida, además, posee los siguientes valores:

$$Q = 45 \text{ KVAr}$$

$$V = 400 \text{ V}$$

$$F = 50 \text{ Hz}$$

$$I = Q / (\sqrt{3} \cdot V) = 45000 / (\sqrt{3} \cdot 400) = 64,95 \text{ A} \quad (3.7.19.5)$$

Para su protección se escogerá un interruptor automático de corte omnipolar de 4x80A porque las corrientes capacitivas son muy difíciles de controlar para los interruptores, además de ser el calibre aconsejado por el fabricante para la batería de condensadores elegida. Dicho interruptor tendrá un poder de corte de 6 kA.

**TÍTULO: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE GRANJA DESTINADA A
VACUNO CON APOORTE DE ENERGÍA RENOVABLE**

ANEXO VIII: SUMINISTRO DE AGUAS

PETICIONARIO: ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA
AVDA. 19 DE FEBRERO, S/N
15405 - FERROL

FECHA: SEPTIEMBRE 2014

AUTOR: IVÁN GARCÍA REBOREDO

Fdo.: Iván García Reboredo

ANEXO VIII: SUMINISTRO DE AGUAS	1
3.8.1 HIPÓTESIS DE PARTIDA	3
3.8.2 NORMATIVA.....	3
3.8.3 CONDICIONES MÍNIMAS DE SUMINISTRO	3
3.8.4 MÉTODO DE CÁLCULO	4
3.8.4.1 Cálculo de caudales en función de los aparatos instalados.....	4
3.8.4.2 Establecer coeficiente de simultaneidad de cada tramo	5
3.8.4.3 Fijar la velocidad de cálculo del agua	6
3.8.4.4 Calcular los diámetros de cada tramo.....	6
3.8.4.5 Calcular la pérdida de carga de cada tramo	15
3.8.4.6 Comprobar que en el último punto de utilización la presión es suficiente	23

3.8.1 HIPÓTESIS DE PARTIDA

La presión de suministro de agua en la acometida es de 350 kPa.

Hemos elegido tuberías de plástico PPr porque las velocidades que nos permiten las tuberías de plástico son mayores que las metálicas.

3.8.2 NORMATIVA

La instalación debe cumplir, tanto en lo referente a su dimensionado, diseño, equipos suministrados así como a su montaje, toda la Normativa Legal vigente, particularmente hemos usado la que se describe a continuación:

- Código Técnico de la Edificación, Documento Básico HS4 Suministro de Agua, aprobado por Real Decreto 314/2006 de 17 de marzo, y publicado en el B.O.E. de fecha 28 de marzo de 2006. El 23 de Abril de 2009 se publica en el BOE, la Orden VIV/984/2009, de 15 de abril, por la que se modifican determinados documentos básicos del Código Técnico de la Edificación aprobados por el Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, y el Real Decreto 1371/2007 de 19 de octubre. La entrada en vigor es el día siguiente al de la publicación, esto es, el 24 de abril de 2009.

3.8.3 CONDICIONES MÍNIMAS DE SUMINISTRO

Los caudales a tener en cuenta en nuestra instalación de fontanería para los tipos de aparatos necesarios, reflejada en la tabla 2.1. del DB-HS 4, en dm^3/s son:

Aparatos individuales	Caudal de agua fría	A.C.S.
Lavabos	0,1	0,065
Inodoros	0,1	-
Duchas	0,2	0,1
Grifo aislado	0,15	0,1

Tabla 3.8.3.1 – Caudales para los tipos de aparatos necesarios.

Además debe cumplir:

- En los puntos de consumo la presión mínima debe ser:
 - a) 100 kPa para grifos comunes;
 - b) 150 kPa para fluxores y calentadores.

3.8.4 MÉTODO DE CÁLCULO

Para el cálculo de la instalación de fontanería de agua fría y de A.C.S. hemos seguido estos pasos:

1. Cálculo de caudales en función de los aparatos instalados.
2. Establecer coeficiente de simultaneidad de cada tramo.
3. Fijar la velocidad de cálculo del agua.
4. Calcular los diámetros de cada tramo.
5. Calcular la pérdida de carga de cada tramo, teniendo en cuenta la pérdida de carga lineal y la pérdida de carga por accesorios.
6. Comprobar que en el último punto de utilización la presión es suficiente.

*Nota: Además de los pasos anteriores en agua caliente sanitaria debe disponerse una red de retorno cuando la longitud de la tubería de ida al punto de consumo más alejado sea igual o mayor que 15 m.

Los pasos que hemos desarrollado se explicaran con más detalle a continuación:

3.8.4.1 Cálculo de caudales en función de los aparatos instalados

Lo primero que hemos calculado ha sido el caudal de agua fría y A.C.S. total según los aparatados, sacando los valores de la tabla 2.1 del DB-HS 4 que hemos puesto en el apartado anterior:

Aparatos individuales	Caudal instantáneo mínimo de agua fría	Cantidad total de aparatos	Cantidad total de caudal
Lavabo	0,1	7	0,7
Ducha	0,2	4	0,8
Inodoro con cisterna	0,1	6	0,6
Grifo aislado	0,15	18	2,7
Total	-	35	3,6

Tabla 3.8.4.1.1 - Caudal de agua fría total según los aparatados.

Aparatos individuales	Caudal instantáneo mínimo de ACS	Cantidad total de aparatos	Cantidad total de caudal
Lavabo	0,065	7	0,455
Ducha	0,1	4	0,4
Grifo aislado	0,1	12	1,2
Total	-	23	2,055

Tabla 3.8.4.1.2 - Caudal de agua caliente total según los aparatados.

3.8.4.2 Establecer coeficiente de simultaneidad de cada tramo

Para establecer el coeficiente de simultaneidad hemos usado el libro de Albert Soriano Rull “Suministro y evacuación interior de agua sanitaria”, que considera que en caso de que haya certeza total que durante un periodo de tiempo un grupo de aparatos funcione simultáneamente el coeficiente de simultaneidad será del 100%. Por eso hemos supuesto que las duchas serán usadas a la vez ya que los trabajadores saldrán en el mismo turno, entonces utilizaremos factor de simultaneidad 1 en las duchas.

Para el resto de aparatos seguiremos la fórmula:

Factor de simultaneidad por número de aparatos:

$$k = \frac{1}{\sqrt{n-1}} \quad (3.8.4.2.1)$$

Siendo n el número de aparatos desde que empieza el tramo, con $K = 1$ para $n \leq 2$.

Además el valor de k no puede ser inferior a 0,2.

3.8.4.3 Fijar la velocidad de cálculo del agua

La velocidad de cálculo deberá estar comprendida dentro de los siguientes intervalos:

- Tuberías metálicas: entre 0,5 y 2,00 m/s.
- Tuberías termoplásticas y multicapas: entre 0,5 y 3,5 m/s.

Como hemos elegido tuberías de plástico PPr la velocidad podría ser hasta 3,5 m/s pero el libro de Albert Soriano Rull “Suministro y evacuación interior de agua sanitaria”, considera que a partir de 2,00 m/s se entraba en el mínimo confort y a partir de esa velocidad se pueden originar ruidos. Por eso hemos elegido que la velocidad sea inferior o igual a 2 m/s.

3.8.4.4 Calcular los diámetros de cada tramo

Determinamos el caudal de cálculo en cada tramo como producto del caudal máximo por el coeficiente de simultaneidad correspondiente.

Para un conjunto de aparatos:

$$Q_{i,\text{particular}} = K * \Sigma Q_{\text{instalado}} \quad (3.8.4.4.1)$$

Utilizamos la fórmula ($Q = S \cdot V$) y despejamos el diámetro interior mínimo.

De la anterior formula despejamos la superficie o área S de la tubería; sabiendo que la superficie de un círculo es ($S = \pi \cdot r^2$), siendo la constante ($\pi = 3.1416$), despejaremos el radio (r) y calcularemos el diámetro ($\varnothing = r \cdot 2$) entonces tenemos que el diámetro mínimo y la velocidad final:

$$di \text{ (mm)} = \sqrt{\frac{4 * 1000 * Q(l/s)}{\pi * V(m/s)}} \quad (3.8.4.4.2)$$

$$V \text{ (m/s)} = 1273,23 * \frac{Q(l/s)}{(di)^2 \text{ (mm)}} \quad (3.8.4.4.3)$$

Una vez realizado el cálculo comprobamos que son diámetros comerciales y que no son inferiores a los que fija el DB-HS 4 en las tablas 4.2 y 4.3.

Los diámetros mínimos de derivaciones a los aparatos, fijada en la tabla 4.2 del DB-HS 4 son:

Aparatos individuales	Tubo de acero	Tubo de cobre o plástico (mm)
Lavabos	1/2	12
Inodoros	1/2	12
Duchas	1/2	12

Tabla 3.8.4.4.1 - Diámetros mínimos de derivaciones a los aparatos.

Como hemos elegido tuberías de plástico PPr los diámetros mínimos de las derivaciones a aparatos será de 12 mm.

Los diámetros exteriores e interiores se han obtenido de la tabla del manual técnico de Aquatecnic:



TABLAS DE PÉRDIDA DE CARGA DE LAS TUBERÍAS. EL CÁLCULO FÁCIL

Ø exterior: 16 mm
 espesor max: 2,0 mm
 Ø interior min: 12 mm
 PRANDTL (K=0,007 mm)
 FONTANERIA, agua 10°C

Tabla de caudal y pérdida de carga

Q (l/s)	Pérdida de carga (mm c.a./m.)	V (m/s)
0,02	10	0,22
0,04	20	0,33
0,05	30	0,41
0,06	50	0,56
0,08	80	0,73
0,09	100	0,83
0,10	110	0,88
0,12	150	1,05
0,14	200	1,24
0,15	230	1,34
0,16	250	1,40
0,18	320	1,61
0,20	380	1,78
0,22	440	1,93
0,24	510	2,10
0,25	570	2,23
0,26	620	2,34
0,28	690	2,48
0,30	790	2,67
0,32	880	2,84
0,34	960	2,98
0,35	1.040	3,12
0,36	1.100	3,21
0,38	1.200	3,37
0,40	1.300	3,52
0,42	1.400	3,67
0,44	1.550	3,88
0,45	1.600	3,95
0,46	1.700	4,09
0,48	1.800	4,22
0,50	1.950	4,40
0,52	2.100	4,59
0,54	2.250	4,76
0,55	2.300	4,82
0,56	2.400	4,93
0,57	2.460	5,00

Ø exterior: 20 mm
 espesor max: 2,25 mm
 Ø interior min: 15,5 mm
 PRANDTL (K=0,007 mm)
 FONTANERIA, agua 10°C

Tabla de caudal y pérdida de carga

Q (l/s)	Pérdida de carga (mm c.a./m.)	V (m/s)
0,04	8	0,23
0,06	12	0,29
0,08	24	0,44
0,10	35	0,55
0,12	45	0,63
0,14	60	0,75
0,16	75	0,85
0,18	90	0,94
0,20	110	1,06
0,22	130	1,16
0,24	150	1,26
0,26	180	1,40
0,28	200	1,48
0,30	230	1,61
0,32	250	1,68
0,34	280	1,79
0,36	320	1,93
0,38	340	2,00
0,40	370	2,09
0,42	410	2,22
0,44	440	2,31
0,46	480	2,42
0,48	520	2,53
0,50	570	2,66
0,52	600	2,74
0,54	640	2,84
0,56	690	2,96
0,58	730	3,06
0,60	780	3,17
0,65	900	3,43
0,70	1.050	3,73
0,75	1.170	3,96
0,80	1.330	4,25
0,85	1.470	4,49
0,90	1.650	4,78
0,94	1.790	5,00

Ø exterior: 25 mm
 espesor max: 2,5 mm
 Ø interior min: 20 mm
 PRANDTL (K=0,007 mm)
 FONTANERIA, agua 10°C

Tabla de caudal y pérdida de carga

Q (l/s)	Pérdida de carga (mm c.a./m.)	V (m/s)
0,07	6	0,24
0,10	10	0,32
0,15	20	0,48
0,20	34	0,65
0,25	47	0,78
0,30	65	0,94
0,35	86	1,10
0,40	110	1,27
0,45	138	1,44
0,50	165	1,59
0,55	198	1,76
0,60	230	1,92
0,65	260	2,05
0,70	300	2,22
0,75	340	2,38
0,80	384	2,55
0,85	430	2,72
0,90	470	2,85
0,95	520	3,02
1,00	570	3,17
1,05	630	3,35
1,10	680	3,50
1,15	740	3,66
1,20	800	3,82
1,25	860	3,98
1,30	920	4,13
1,35	990	4,30
1,40	1.060	4,46
1,45	1.130	4,62
1,50	1.200	4,77
1,52	1.230	4,84
1,54	1.260	4,90
1,55	1.280	4,94
1,56	1.290	4,96
1,57	1.310	5,00

Figura 3.8.4.4.1

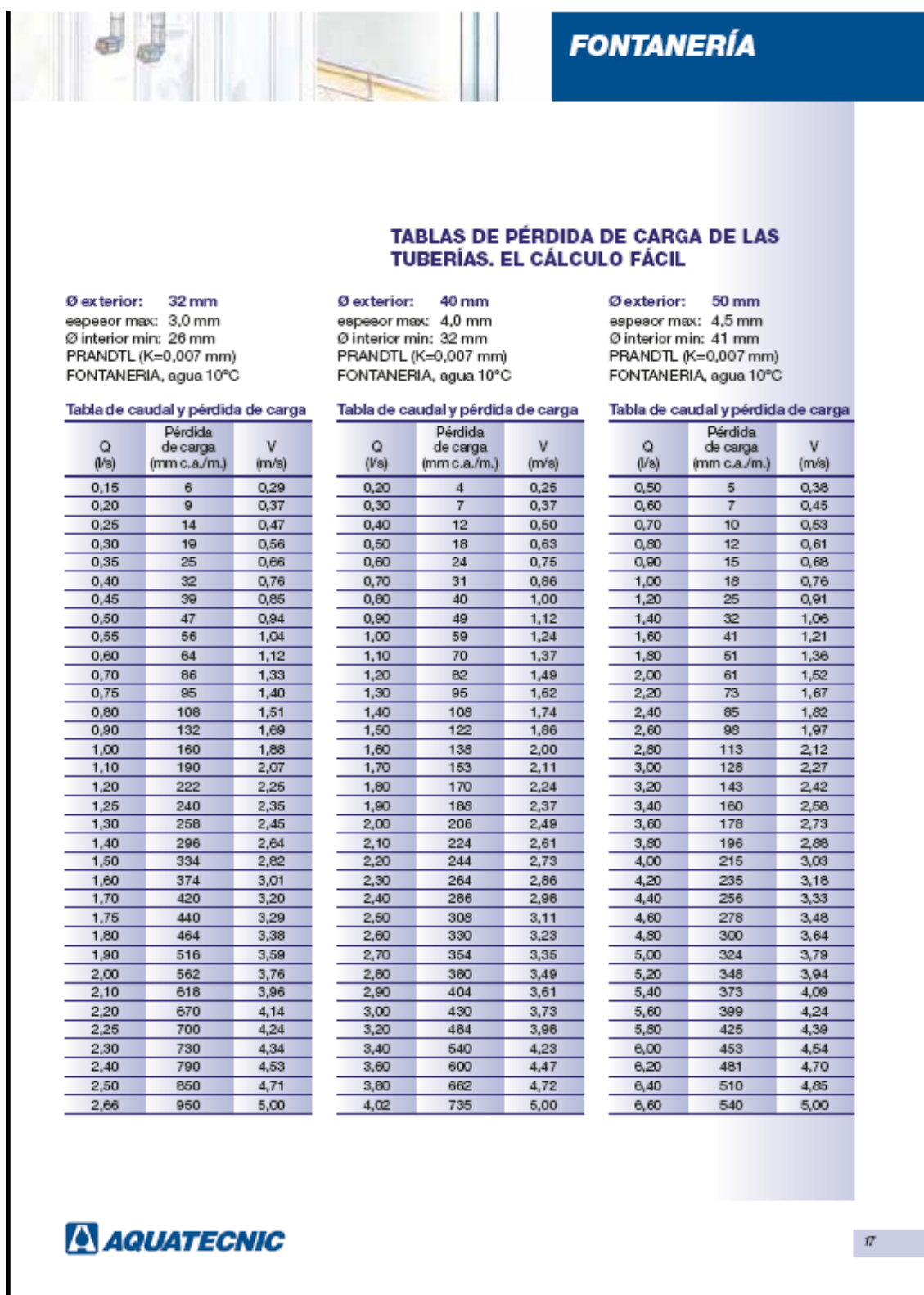


Figura 3.8.4.4.2

Los resultados obtenidos siguiendo estos pasos en agua fría han sido:

Local	Tramo	Aparato	Caudal	Coef. Simult.	Caudal calculo	Velocidad	Ø interior mínimo	Ø comercial EX	Ø interior	Velocidad final
Cuadras	T1	Grifo aislado	0,15	1	0,15	2	9,772	16	12	1,326
Cuadras	T2	Grifo aislado	0,15	1	0,15	2	9,772	16	12	1,326
Cuadras	T3		0,3	1	0,3	2	13,820	20	15,5	1,590
Zona enfriado	T4	Lavabo	0,1	1	0,1	2	7,979	16	12	0,884
zona unión	T5	3	0,4	0,707	0,283	2	13,418	20	15,5	1,499
Zona ordeñadora	T6	Grifo aislado	0,15	1	0,15	2	9,772	16	12	1,326
Zona ordeñadora	T7	Grifo aislado	0,15	1	0,15	2	9,772	16	12	1,326
Zona ordeñadora	T8		0,3	1	0,3	2	13,820	20	15,5	1,590
Zona ordeñadora	T9	Grifo aislado	0,15	1	0,15	2	9,772	16	12	1,326
Zona ordeñadora	T10		0,45	1	0,45	2	16,926	25	20	1,432
Zona ordeñadora	T11	Grifo aislado	0,15	1	0,15	2	9,772	16	12	1,326
Zona ordeñadora	T12		0,6	1	0,6	2	19,544	25	20	1,910
Zona ordeñadora	T13	Grifo aislado	0,15	1	0,15	2	9,772	16	12	1,326
Zona ordeñadora	T14		0,75	1	0,75	2	21,851	32	26	1,413
Zona ordeñadora	T15	Grifo aislado	0,15	1	0,15	2	9,772	16	12	1,326
Zona ordeñadora	T16		0,9	1	0,9	2	23,937	32	26	1,695
Zona ordeñadora	T17	Grifo aislado	0,15	1	0,15	2	9,772	16	12	1,326
Zona ordeñadora	T18		1,05	1	1,05	2	25,854	32	26	1,978
Zona ordeñadora	T19	Grifo aislado	0,15	1	0,15	2	9,772	16	12	1,326
Zona ordeñadora	T20		1,2	1	1,2	2	27,640	40	32	1,492
Zona ordeñadora	T21	Grifo aislado	0,15	1	0,15	2	9,772	16	12	1,326
Zona ordeñadora	T22		1,35	1	1,35	2	29,316	40	32	1,679

Zona ordeñadora	T23	Grifo aislado	0,15	1	0,15	2	9,772	16	12	1,326
Zona ordeñadora	T24		1,5	1	1,5	2	30,902	40	32	1,865
Zona ordeñadora	T25	Grifo aislado	0,15	1	0,15	2	9,772	16	12	1,326
Zona ordeñadora	T26		1,65	1	1,65	2	32,410	50	41	1,250
Zona ordeñadora	T27	Grifo aislado	0,15	1	0,15	2	9,772	16	12	1,326
Zona ordeñadora	T28		1,8	1	1,8	2	33,851	50	41	1,363
zona unión 2	T29	6	2,2	0,447	0,984	2	25,027	32	26	1,853
Minusválidos f.	T30	Inodoro con cisterna	0,1	1	0,1	2	7,979	16	12	0,884
Minusválidos f.	T31	Lavabo	0,1	1	0,1	2	7,979	16	12	0,884
Minusválidos f.	T32		0,2	1	0,2	2	11,284	16	12	1,768
Minusválidos m.	T33	Inodoro con cisterna	0,1	1	0,1	2	7,979	16	12	0,884
Minusválidos m.	T34	Lavabo	0,1	1	0,1	2	7,979	16	12	0,884
Minusválidos m.	T35		0,2	1	0,2	2	11,284	16	12	1,768
Zona unión 3	T36	4	0,4	0,577	0,231	2	12,125	20	15,5	1,224
zona unión 4	T37	10	2,6	0,447	1,163	2	27,207	40	32	1,446
Vestuario f.	T38	Inodoro con cisterna	0,1	1	0,1	2	7,979	16	12	0,884
Vestuario f.	T39	Inodoro con cisterna	0,1	1	0,1	2	7,979	16	12	0,884
Vestuario f.	T40		0,2	1	0,2	2	11,284	16	12	1,768
Vestuario f.	T41	Ducha	0,2	1	0,2	2	11,284	16	12	1,768
Vestuario f.	T42		0,4	1	0,4	2	15,958	25	20	1,273
Vestuario f.	T43	Ducha	0,2	1	0,2	2	11,284	16	12	1,768
Vestuario f.	T44		0,6	1	0,6	2	19,544	25	20	1,910
Vestuario f.	T45	Lavabo	0,1	1	0,1	2	7,979	16	12	0,884
Vestuario f.	T46		0,7	0,5	0,35	2	14,927	25	20	1,114
Vestuario f.	T47	Lavabo	0,1	1	0,1	2	7,979	16	12	0,884
Vestuario f.	T48	6	0,8	0,447	0,358	2	15,092	25	20	1,139

Zona unión 5	T49	16	3,4	0,267	0,908	2	24,049	32	26	1,711
Vestuario m.	T50	Inodoro con cisterna	0,1	1	0,1	2	7,979	16	12	0,884
Vestuario m.	T51	Inodoro con cisterna	0,1	1	0,1	2	7,979	16	12	0,884
Vestuario m.	T52		0,2	1	0,2	2	11,284	16	12	1,768
Vestuario m.	T53	Ducha	0,2	1	0,2	2	11,284	16	12	1,768
Vestuario m.	T54		0,4	1	0,4	2	15,958	25	20	1,273
Vestuario m.	T55	Ducha	0,2	1	0,2	2	11,284	16	12	1,768
Vestuario m.	T56		0,6	1	0,6	2	19,544	25	20	1,910
Vestuario m.	T57	Lavabo	0,1	1	0,1	2	7,979	16	12	0,884
Vestuario m.	T58		0,7	0,5	0,35	2	14,927	25	20	1,114
Vestuario m.	T59	Lavabo	0,1	1	0,1	2	7,979	16	12	0,884
Vestuario m.	T60	6	0,8	0,447	0,358	2	15,092	25	20	1,139
Zona unión 6	T61	22	4,2	0,22	0,924	2	24,254	32	26	1,740
Zona Cuadras	T62	Grifo aislado	0,15	1	0,15	2	9,772	16	12	1,326
Zona Cuadras	T63	Grifo aislado	0,15	1	0,15	2	9,772	16	12	1,326
Zona Cuadras	T64		0,3	1	0,3	2	13,820	20	15,5	1,590
Zona Cuadras	T65	Grifo aislado	0,15	1	0,15	2	9,772	16	12	1,326
Zona Cuadras	T66	Grifo aislado	0,15	1	0,15	2	9,772	16	12	1,326
Zona Cuadras	T67		0,6	1	0,6	2	19,544	32	26	1,130
Zona unión 7	T68	26	4,8	0,2	0,96	2	24,598	32	26	1,790
Acometida	T69		4,8	0,2	0,96	2	24,722	40	32	1,194

Tabla 3.8.4.4.2 - Parte de los resultados obtenidos siguiendo los pasos en agua fría.

Los resultados obtenidos siguiendo estos pasos en A.C.S. han sido:

Local	Tramo	Aparato	Caudal	Coef. Simult.	Caudal calculo	Velocidad	Ø interior mínimo	Ø comercial EX	Ø interior	Velocidad final
Zona enfriado	T1	Lavabo	0,065	1	0,065	2	6,433	16	12	0,575
Zona ordeñadora	T2	Grifo aislado	0,1	1	0,1	2	7,979	16	12	0,884
Zona ordeñadora	T3	Grifo aislado	0,1	1	0,1	2	7,979	16	12	0,884
Zona ordeñadora	T4	Grifo aislado	0,1	1	0,1	2	7,979	16	12	0,884
Zona ordeñadora	T5	Grifo aislado	0,1	1	0,1	2	7,979	16	12	0,884
Zona ordeñadora	T6	Grifo aislado	0,1	1	0,1	2	7,979	16	12	0,884
Zona ordeñadora	T7	Grifo aislado	0,1	1	0,1	2	7,979	16	12	0,884
Minusválido f.	T8	Grifo aislado	0,1	1	0,1	2	7,979	16	12	0,884
Zona ordeñadora	T9	Circ. Cerrado	0,765	0,707	0,541	2	18,557	32	26	1,019
Minusválido m.	T10	Grifo aislado	0,1	1	0,1	2	7,979	16	12	0,884
Zona unión	T11	4	0,865	0,577	0,499	2	17,830	32	26	0,941
Zona ordeñadora	T12	Grifo aislado	0,1	1	0,1	2	7,979	16	12	0,884
Zona ordeñadora	T13	Grifo aislado	0,1	1	0,1	2	7,979	16	12	0,884
Zona ordeñadora	T14	Grifo aislado	0,1	1	0,1	2	7,979	16	12	0,884
Zona ordeñadora	T15	Grifo aislado	0,1	1	0,1	2	7,979	16	12	0,884
Zona ordeñadora	T16	Grifo aislado	0,1	1	0,1	2	7,979	16	12	0,884
Zona ordeñadora	T17	Grifo aislado	0,1	1	0,1	2	7,979	16	12	0,884

Vestuario f.	T18	Ducha	0,1	1	0,1	2	7,979	16	12	0,884
Vestuario f.	T19	Ducha	0,1	1	0,1	2	7,979	16	12	0,884
Vestuario f.	T20	Lavabo	0,065	1	0,065	2	6,433	16	12	0,575
Vestuario f.	T21	Lavabo	0,065	1	0,065	2	6,433	16	12	0,575
Zona ordeñadora	T22	Circ. Cerrado	0,93	0,577	0,537	2	18,488	32	26	1,011
Zona unión 2	T23	8	1,795	0,378	0,678	2	20,781	32	26	1,278
Vestuario m.	T24	Ducha	0,1	1	0,1	2	7,979	16	12	0,884
Vestuario m.	T25	Ducha	0,1	1	0,1	2	7,979	16	12	0,884
Vestuario m.	T26		0,2	1	0,2	2	11,284	16	12	1,768
Vestuario m.	T27	Lavabo	0,065	1	0,065	2	6,433	16	12	0,575
Vestuario m.	T28	3	0,265	0,707	0,187	2	10,922	16	12	1,657
Vestuario m.	T29	Lavabo	0,065	1	0,065	2	6,433	16	12	0,575
Vestuario m.	T30	4	0,33	0,577	0,191	2	11,013	16	12	1,684
Zona unión 3	T31	10	2,125	0,333	0,708	2	21,234	32	26	1,334
acometida	T32		2,125	0,333	0,708	2	21,234	32	26	1,334

Tabla 3.8.4.4.3 - Parte de los resultados obtenidos siguiendo los pasos en A.C.S.

*Nota: Algunos diámetros se han aumentado para cumplir la pérdida de carga en el tramo más desfavorable.

3.8.4.5 Calcular la pérdida de carga de cada tramo

Calculamos la pérdida de carga de cada tramo teniendo en cuenta la pérdida de carga lineal y la pérdida de carga por accesorios.

Hemos utilizado una tabla de valores de pérdida de carga por fricción en función de la velocidad del fabricante para las tuberías de PPr del manual técnico de Aquatecnic la cual hemos añadido antes. Según el diámetro que hayamos elegido y el caudal de cálculo que tengamos para cada tramo nos da una pérdida de carga diferente. Además, cabe destacar que estos datos son dados en mm c.a/m (Pérdida de carga en milímetros columna de agua por cada metro de longitud) y los cuales deberemos convertir en mbar/m.

Calculamos después la pérdida de carga en tubería, en mbar:

$$P_T = J \times L \quad (3.8.4.5.1)$$

P_T = Pérdida de carga en tubería, en mbar.

J = Pérdida de carga unitaria, en mbar/m.

L = Longitud, en m.

Luego calcularemos los coeficientes de pérdidas, los hemos sacados del libro de Albert Soriano Rull “Suministro y evacuación interior de agua sanitaria”:

Accesorio		Coefficiente de resistencia ξ
Codo 90º		0,7
Reducción		0,4
T divergente		1,3
T directa con derivación		0,3
T unificadora de corriente		0,9
T a contracorriente con salida de derivación		3
Válvula reductora de presión totalmente abierta		30
Válvula de bola		0,3
Llaves y válvulas de paso y cierra	DN 20	8,5
	DN 25	7
	DN 32	6
	DN > 40	5

Figura - 3.8.4.5.1-Valores coeficientes de perdida de carga.

Para las pérdidas de carga en los accesorios:

Usaremos la tabla anterior y la formula siguiente.

$$P_{acc} = \left(\frac{\rho}{2} \times V^2 \times \xi\right) / 1000 \quad (3.8.4.5.2)$$

P_{acc} = Perdida de carga en los accesorios, en mBar.

V = Velocidad, en m/s.

ρ = Peso específico del agua, en Kg/m³.

ξ = Coeficiente de resistencia.

Para la pérdida total se usaremos a siguiente fórmula:

$$P_{total} = \left(\frac{P_T}{1000} + \frac{P_{acc}}{1000} + \frac{\Delta h}{10} \right) \quad (3.8.4.5.3)$$

P_{total} = Perdida de carga total, en Bar.

P_T = Perdida de carga en tubería, en mbar.

P_{acc} = Perdida de carga en los accesorios, en mBar.

Δh = Diferencia de cotas, en m.

Hemos supuesto que las diferencias de cotas serán:

Ducha: 1,2 m.

Lavabo: 0,8 m.

Inodoro con cisterna: 0,4 m.

Grifo aislado 0,7 m.

Zona unión: 1,3 m.

Los resultados obtenidos siguiendo estos pasos en agua fría han sido:

Local	Perdida carga	Longitud	Perdida en tubería	Coef. perdida	Perdida accesorio	Diferencia cotas	Perdida total
Cuadras	6,8	8,3	56,44	1	0,880	0,7	0,107
Cuadras	6,8	0,5	3,4	0,6	0,528	0,7	0,054
Cuadras	23	21	483	3	3,792	0	0,487
Zona enfriado	11	3,5	38,5	1,3	0,508	0,4	0,079
zona unión	20	24	480	2	2,246	0	0,482
Zona ordeñadora	6,8	3,5	23,8	1	0,880	0,7	0,095
Zona ordeñadora	6,8	0,5	3,4	0,6	0,528	0,7	0,074
Zona ordeñadora	23	2,5	57,5	1,3	1,643	0	0,059
Zona ordeñadora	6,8	0,5	3,4	0,6	0,528	0,7	0,074
Zona ordeñadora	13,8	2,5	34,5	1,3	1,334	0	0,036
Zona ordeñadora	6,8	0,5	3,4	0,6	0,528	0,7	0,074
Zona ordeñadora	23	2,5	57,5	1,3	2,371	0	0,060
Zona ordeñadora	6,8	0,5	3,4	0,6	0,528	0,7	0,074
Zona ordeñadora	9,5	2,5	23,75	1,3	1,297	0	0,025
Zona ordeñadora	6,8	0,5	3,4	0,6	0,528	0,7	0,074
Zona ordeñadora	13,2	9	118,8	1,3	1,868	0	0,121
Zona ordeñadora	6,8	0,5	3,4	0,6	0,528	0,7	0,074
Zona ordeñadora	13	2,5	32,5	1,3	2,542	0	0,035
Zona ordeñadora	6,8	0,5	3,4	0,6	0,528	0,7	0,074
Zona ordeñadora	8,2	2,5	20,5	1,3	1,447	0	0,022
Zona ordeñadora	6,8	0,5	3,4	0,6	0,528	0,7	0,074
Zona ordeñadora	10	2,5	25	1,3	1,831	0	0,027
Zona ordeñadora	6,8	0,5	3,4	0,6	0,528	0,7	0,074
Zona ordeñadora	12,2	2,5	30,5	1,3	2,261	0	0,033

Zona ordeñadora	6,8	0,5	3,4	0,6	0,528	0,7	0,074
Zona ordeñadora	4,5	2,5	11,25	1,3	1,015	0	0,012
Zona ordeñadora	6,8	0,5	3,4	0,6	0,528	0,7	0,074
Zona ordeñadora	5,1	9	45,9	1,3	1,208	0	0,047
zona unión 2	16	2,5	40	1,3	2,232	0	0,042
Minusválidos f.	11	3,6	39,6	1,7	0,665	0,4	0,080
Minusválidos f.	11	2,2	24,2	0,6	0,235	0,8	0,104
Minusválidos f.	38	4,5	171	3,7	5,785	0	0,177
Minusválidos m.	11	3,6	39,6	1,7	0,665	0,4	0,080
Minusválidos m.	11	2,2	24,2	0,6	0,235	0,8	0,104
Minusválidos m.	38	2,8	106,4	3,4	5,316	0	0,112
Zona unión 3	14	1,9	26,6	1,3	0,973	0	0,028
zona unión 4	7,5	2	15	1,3	1,359	0	0,016
Vestuario f.	11	3,7	40,7	1	0,391	0,4	0,081
Vestuario f.	11	2,6	28,6	0,6	0,235	0,4	0,069
Vestuario f.	38	4,6	174,8	2	3,127	0	0,178
Vestuario f.	38	1,8	68,4	1	1,564	1,2	0,190
Vestuario f.	11	0,8	8,8	1,3	1,054	0	0,010
Vestuario f.	38	1,8	68,4	1	1,564	1,2	0,190
Vestuario f.	23	0,8	18,4	1,3	2,371	0	0,021
Vestuario f.	11	2,2	24,2	2	0,782	0,8	0,105
Vestuario f.	8,6	0,9	7,74	0,3	0,186	0	0,008
Vestuario f.	11	2,2	24,2	2	0,782	0,8	0,105
Vestuario f.	8,6	5,8	49,88	2,7	1,751	0	0,052
Zona unión 5	5,3	13,2	69,96	2	2,928	0	0,073
Vestuario m.	11	3,7	40,7	1	0,391	0,4	0,081

Vestuario m.	11	2,6	28,6	0,6	0,235	0,4	0,069
Vestuario m.	38	4,6	174,8	2	3,127	0	0,178
Vestuario m.	38	1,8	68,4	1	1,564	1,2	0,190
Vestuario m.	11	0,8	8,8	1,3	1,054	0	0,010
Vestuario m.	38	1,8	68,4	1	1,564	1,2	0,190
Vestuario m.	23	0,8	18,4	1,3	2,371	0	0,021
Vestuario m.	11	2,2	24,2	2	0,782	0,8	0,105
Vestuario m.	8,6	0,9	7,74	0,3	0,186	0	0,008
Vestuario m.	11	2,2	24,2	2	0,782	0,8	0,105
Vestuario m.	8,6	5,8	49,88	2,7	1,751	0	0,052
Zona unión 6	6,2	13,2	81,84	2	3,029	0	0,085
Zona Cuadras	6,8	5	34	1	0,880	1,2	0,155
Zona Cuadras	6,8	5	34	1	0,880	1,2	0,155
Zona Cuadras	6,5	6	39	1,3	1,643	0	0,041
Zona Cuadras	6,8	5	34	1	0,880	1,2	0,155
Zona Cuadras	6,8	5	34	1	0,880	1,2	0,155
Zona Cuadras	6,4	23	147,2	1,3	0,830	0	0,148
Zona unión 7	14	4,85	67,9	2	3,204	0	0,071
Acometida	6	10	60	2,9	2,066	0	0,062

Tabla 3.8.4.5.1 - Parte de los resultados obtenidos siguiendo los pasos en agua fría.

Los resultados obtenidos siguiendo estos pasos en A.C.S. han sido:

Local	Perdida carga	Longitud	Perdida en tubería	Coef. de perdida	Perdida accesorio	Diferencia cotas	Perdida total
Zona enfriado	5	6,8	34	1,3	0,215	0,4	0,074
Zona ordeñadora	11	2,5	27,5	1	0,391	0,7	0,098
Zona ordeñadora	11	2,5	27,5	1	0,391	0,7	0,098
Zona ordeñadora	11	2,5	27,5	1	0,391	0,7	0,098
Zona ordeñadora	11	2,5	27,5	1	0,391	0,7	0,098
Zona ordeñadora	11	2,5	27,5	1	0,391	0,7	0,098
Zona ordeñadora	11	2,5	27,5	1	0,391	0,7	0,098
Minusválido f.	11	1,12	12,32	1	0,391	0,7	0,083
Zona ordeñadora	5,6	43,5	243,6	3,8	1,972	1,5	0,396
Minusválido m.	11	3,74	41,14	1	0,391	0,7	0,112
Zona unión	4,7	2,5	11,75	0,7	0,310	1,3	0,142
Zona ordeñadora	11	1,5	16,5	1	0,391	0,7	0,087
Zona ordeñadora	11	1,5	16,5	1	0,391	0,7	0,087
Zona ordeñadora	11	1,5	16,5	1	0,391	0,7	0,087
Zona ordeñadora	11	1,5	16,5	1	0,391	0,7	0,087
Zona ordeñadora	11	1,5	16,5	1	0,391	0,7	0,087
Zona ordeñadora	11	1,5	16,5	1	0,391	0,7	0,087
Vestuario f.	11	0,5	5,5	1	0,391	1,2	0,126
Vestuario f.	11	0,5	5,5	1	0,391	1,2	0,126
Vestuario f.	5	0,5	2,5	2	0,330	0,8	0,083
Vestuario f.	5	0,5	2,5	2	0,330	0,8	0,083

Zona ordeñadora	5,4	43,5	234,9	3,8	1,943	1,3	0,367
Zona unión 2	7,9	8,6	67,94	0,7	0,571	1,3	0,199
Vestuario m.	11	1,8	19,8	1	0,391	1,2	0,140
Vestuario m.	11	1,8	19,8	1	0,391	1,2	0,140
Vestuario m.	38	0,8	30,4	1,3	2,033	0	0,032
Vestuario m.	5	2,2	11	2	0,330	0,8	0,091
Vestuario m.	32	0,9	28,8	0,3	0,412	0	0,029
Vestuario m.	5	2,2	11	2	0,330	0,8	0,091
Vestuario m.	36	5,8	208,8	2,7	3,830	0	0,213
Zona unión 3	8,6	9	77,4	3,1	2,758	1,3	0,210
acometida	8,6	3	25,8	3,1	2,758	1,3	0,159

Tabla 3.8.4.5.2 - Parte de los resultados obtenidos siguiendo los pasos en A.C.S

3.8.4.6 Comprobar que en el último punto de utilización la presión es suficiente

Para agua fría considerando los aparatos, accesorios, los resultados para los posibles tramos más desfavorables son:

Tramo cuadra	Tramo enfriado	Tramo ordeñadora	Tramo minusválido	Tramo vestuario
1,409	0,755	1,663	0,625	1,228

Tabla 3.8.4.6.1 – Tramo más desfavorable en agua fría con aparatos.

Para terminar, a la presión de suministro de la acometida (350kPa) habrá que restarle la del tramo en el que la pérdida de carga sea la mayor y comprobar así que la presión será suficiente y que tampoco exceda los límites determinados en el apartado 2.1.3 del DB-HS 4 (la presión mínima debe ser 100 kPa para grifos comunes y 150 kPa para fluxores y calentadores).

En nuestro caso sería $3,5 - 1 = 2,5$ bar que es la presión que puede caer, y ninguno de los tramos llega a esa presión por lo que nuestros cálculos son correctos.

Para A.C.S. considerando los aparatos, accesorios, los resultados para los posibles tramos más desfavorables son:

Zona enfriado	Zona ordeñadora arriba	Zona ordeñadora abajo	Vestuario F.
0,969	0,993	0,862	0,625

Tabla 3.8.4.6.2 – Tramo más desfavorable en A.C.S. con aparatos.

En nuestro caso sería $3,5 - 1,5 = 2$ bar que es la presión que puede caer, y ninguno de los tramos llega a esa presión por lo que nuestros cálculos son correctos.

**TÍTULO: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE GRANJA DESTINADA A
VACUNO CON APOORTE DE ENERGÍA RENOVABLE**

ANEXO IX: EVACUACION DE AGUAS

PETICIONARIO: ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA
AVDA. 19 DE FEBRERO, S/N
15405 - FERROL

FECHA: SEPTIEMBRE 2014

AUTOR: IVAN GARCIA REBOREDO

Fdo.: Iván García Reboredo

ANEXO IX: EVACUACION DE AGUAS	1
3.9.1 HIPÓTESIS DE PARTIDA	3
3.9.2 NORMATIVA.....	5
3.9.3 MÉTODO DE CÁLCULO	5
3.9.4 RESULTADOS SANEAMIENTO.....	6
3.9.4.1 Derivaciones individuales	6
3.9.4.2 Botes sifónicos o sifones individuales.....	7
3.9.4.3 Ramales colectores	8
3.9.4.4 Colectores horizontales de aguas residuales	9
3.9.4.5 Cálculo de las arquetas	10
3.9.5 RESULTADOS PLUVIALES	11
3.9.5.1 Número de sumideros.....	11
3.9.5.2 Diámetro de los canalones	12
3.9.5.3 Bajantes de aguas pluviales	13
3.9.5.4 Colectores de aguas pluviales	14
3.9.5.5 Cálculo de las arquetas	15

3.9.1 HIPÓTESIS DE PARTIDA

Algunos de los criterios de diseño señalados en el HS5 del CTE especifican lo siguiente:

- a) El trazado de la red debe ser lo más sencillo posible para conseguir una circulación natural por gravedad, evitando los cambios bruscos de dirección y utilizando las piezas especiales adecuadas.
- b) Deben conectarse a las *bajantes*; cuando por condicionantes del diseño esto no fuera posible, se permite su conexión al manguetón del inodoro.
- c) La distancia del bote sifónico a la *bajante* no debe ser mayor que 2,00 m.
- d) Las derivaciones que acometan al bote sifónico deben tener una longitud igual o menor que 2,50 m, con una pendiente comprendida entre el 2 y el 4 %.
- e) En los aparatos dotados de sifón individual deben tener las características siguientes:
 - i) En los fregaderos, los lavaderos, los lavabos y los bidés la distancia a la *bajante* debe ser 4,00 m como máximo, con pendientes comprendidas entre 2,5 y un 5 %.
 - ii) En las bañeras y las duchas la pendiente debe ser menor o igual que el 10 %;
 - iii) El desagüe de los inodoros a las *bajantes* debe realizarse directamente o por medio de un manguetón de acometida de longitud igual o menor que 1,00 m, siempre que no sea posible dar al tubo la pendiente necesaria.
- f) Debe disponerse un rebosadero en los lavabos, bidés, bañeras y fregaderos.
- g) No deben disponerse desagües enfrentados acometiendo a una tubería común.
- h) Las uniones de los desagües a las *bajantes* deben tener la mayor inclinación posible, que en cualquier caso no debe ser menor que 45°.
- i) Cuando se utilice el sistema de sifones individuales, los ramales de desagüe de los aparatos sanitarios deben unirse a un tubo de derivación, que desemboque en la *bajante* o si esto no fuera posible, en el manguetón del inodoro, y que tenga la cabecera registrable con tapón roscado.
- j) Excepto en instalaciones temporales, deben evitarse en estas redes los desagües bombeados.

La instalación de la red de aguas residuales se realizará mediante colectores enterrados, algunas de las especificaciones para ellos son:

- 1) Los tubos deben disponerse en zanjas de dimensiones adecuadas, situados por debajo de la red de distribución de agua potable.
- 2) Deben tener una pendiente del 2 % como mínimo.
- 3) La acometida de las bajantes y los manguetones a esta red se hará con interposición de una arqueta de pie de bajante, que no debe ser sifónica.
- 4) Se dispondrán registros de tal manera que los tramos entre los contiguos no superen 15 m.

Además se aplicará un procedimiento de dimensionado para un sistema separativo de aguas residuales y pluviales.

Para dimensionamiento de canalones en evacuación de aguas pluviales hay que consideraremos un régimen pluviométrico de 90 mm/h.

La intensidad pluviométrica i se obtendrá en la tabla B.1 en función de la isoyeta y de la zona pluviométrica correspondiente a las localidades determinadas mediante el mapa de la figura B.1

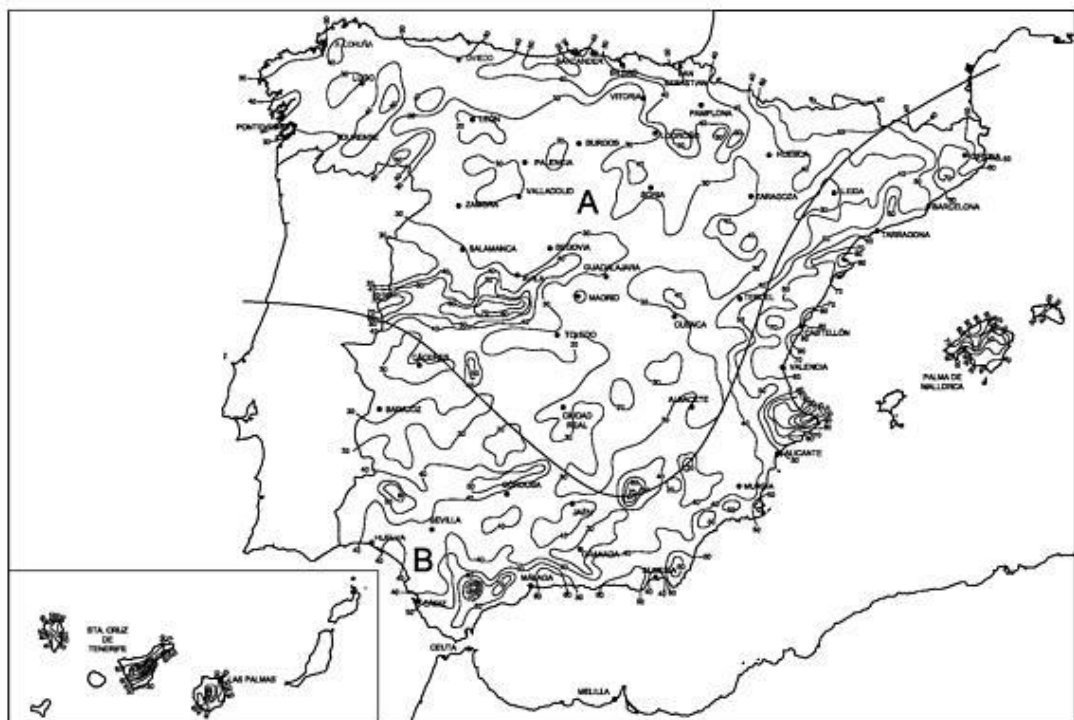


Figura 3.9.1.1

3.9.2 NORMATIVA

La instalación debe cumplir, tanto en lo referente a su dimensionado, diseño, equipos suministrados así como a su montaje, toda la Normativa Legal vigente, particularmente hemos usado la que se describe a continuación:

- Código Técnico de la Edificación, Documento Básico HS5 Suministro de Agua, aprobado por Real Decreto 314/2006 de 17 de marzo, y publicado en el B.O.E. de fecha 28 de marzo de 2006. El 23 de Abril de 2009 se publica en el BOE, la Orden VIV/984/2009, de 15 de abril, por la que se modifican determinados documentos básicos del Código Técnico de la Edificación aprobados por el Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, y el Real Decreto 1371/2007 de 19 de octubre. La entrada en vigor es el día siguiente al de la publicación, esto es, el 24 de abril de 2009.

3.9.3 MÉTODO DE CÁLCULO

La adjudicación de UD (unidades de desagüe) y los diámetros mínimos de los sifones y las derivaciones individuales correspondientes según a cada tipo de aparato.

Se obtiene el diámetro de los ramales colectores entre aparatos sanitarios y la bajante según el número máximo de unidades de desagüe y la pendiente del ramal colector.

Las bajantes se dimensionan de forma tal que no se rebase el límite de ± 250 Pa de variación de presión y para un caudal tal que la superficie ocupada por el agua no sea mayor que $1/3$ de la sección transversal de la tubería.

El diámetro de las bajantes se obtiene como el mayor de los valores obtenidos considerando el máximo número de UD en la bajante y el máximo número de UD en cada ramal en función del número de plantas.

Para dimensionamiento de canalones en evacuación de aguas pluviales, hay que aplicar un factor de corrección (apartado 4.2.2 del DB-HS 5) $f = i / 100$, siendo i la

intensidad pluviométrica que se quiere considerar. Este factor debe aplicarse a la superficie como si se tratase para un régimen de 100 mm/h.

También es necesario multiplicar por el factor de corrección $f = 0,9$ para dimensionamiento de bajantes de pluviales.

Las tablas usadas y los resultados obtenidos tanto de la parte de saneamiento como la de pluviales son los siguientes:

3.9.4 RESULTADOS SANEAMIENTO

3.9.4.1 Derivaciones individuales

Para las UD de desagüe usaremos la tabla 4.1 del HS5 del Código Técnico de la Edificación, hemos elegido uso privado:

Aparato individual	Unidades desagüe UD uso privado	Diámetro mínimo sifón y derivación individual (mm) uso privado
lavabo	1	32
Inodoro con cisterna	4	100
Ducha	2	40

Tabla 3.9.4.1.1 - UD de desagüe, diámetro mínimo sifón y derivación individual uso privado.

Los resultados obtenidos aumentando todos los diámetros a la siguiente unidad

Ubicación	Aparato individual	Unidades de desagüe	Diámetro sifón/derivación	Diámetro real
Zona enfriado	Lavabo	1	32	40
Baño femenino	Inodoro con cisterna	4	100	110
Baño femenino	Lavabo	1	32	40
Baño masculino	Inodoro con cisterna	4	100	110
Baño masculino	Lavabo	1	32	40

Vestuario femenino	Inodoro con cisterna	4	100	110
Vestuario femenino	Inodoro con cisterna	4	100	110
Vestuario femenino	Ducha	2	40	50
Vestuario femenino	Ducha	2	40	50
Vestuario femenino	Lavabo	1	32	40
Vestuario femenino	Lavabo	1	32	40
Vestuario masculino	Ducha	2	40	50
Vestuario masculino	Ducha	2	40	50
Vestuario masculino	Inodoro con cisterna	4	100	110
Vestuario masculino	Inodoro con cisterna	4	100	110
Vestuario masculino	lavabo	1	32	40
Vestuario masculino	lavabo	1	32	40
Sala ordeño	lavabo	1	32	40
Sala ordeño	lavabo	1	32	40
Sala ordeño	lavabo	1	32	40
Sala ordeño	lavabo	1	32	40
Sala ordeño	lavabo	1	32	40

Tabla 3.9.4.1.2 - Resultados obtenidos aumentando todos los diámetros a la siguiente unidad.

3.9.4.2 Botes sifónicos o sifones individuales

Los sifones individuales tendrán el mismo diámetro que la válvula de desagüe conectada.

Los botes sifónicos se elegirán en función del número y tamaño de las entradas y con la altura mínima recomendada para evitar que la descarga de un aparato sanitario alto salga por otro de menor altura.

3.9.4.3 Ramales colectores

En la tabla 4.3 del HS5 del Código Técnico de la Edificación se obtienen el diámetro de los ramales colectores entre aparatos sanitarios y la bajante según el número máximo de unidades de desagüe y la pendiente del ramal colector.

Diámetro mm.	Máximo número de Uds		
		Pendiente	
	1 %	2 %	4 %
32	--	1	1
40	--	2	3
50	--	6	8
63	--	11	14
75	--	21	28
90	47	60	75
110	123	151	181
125	180	234	280
160	438	582	800
200	870	1150	1680

Tabla 3.9.4.3.1 - Diámetro de los ramales colectores entre aparatos sanitarios y la bajante según el número máximo de unidades de desagüe y la pendiente del ramal colector.

Hemos elegido una pendiente del 4% y hemos considerado que los aparatos aguas arriba tendrán el mismo o mayor diámetro que los aparatos aguas abajo, los resultados obtenidos son:

Aparatos individuales	UD zona enfriado	Pendiente	Diámetro mínimo	Diámetro Real
Lavabos	1	4%	40	50
Aparatos individuales	UD baño femenino	Pendiente	Diámetro mínimo	Diámetro Real
Lavabos	1	4%	40	50
Baño	4	4%	50	110

Aparatos individuales	UD baño masculino	Pendiente	Diámetro mínimo	Diámetro Real
Lavabos	1	4%	40	50
Baño	4	4%	50	110
Aparatos individuales	UD vestuario femenino	Pendiente	Diámetro mínimo	Diámetro Real
Lavabos	2	4%	50	50
Duchas	4	4%	40	50
Inodoro	4	4%	50	110
Inodoro	8	4%	50	110
Suma	14	4%	63	110
Aparatos individuales	UD vestuario masculino	Pendiente	Diámetro mínimo	Diámetro Real
Lavabos	2	4%	50	50
Duchas	4	4%	40	50
Inodoro	4	4%	50	110
Inodoro	8	4%	50	110
Suma	14	4%	63	110
Aparatos individuales	UD vestuario masculino	Pendiente	Diámetro mínimo	Diámetro Real
Lavabos	5	4%	50	50

Tabla 3.9.4.3.2 – Diámetros obtenidos de los ramales colectores entre aparatos sanitarios y la bajante según el número máximo de unidades de desagüe y la pendiente del ramal colector.

3.9.4.4 Colectores horizontales de aguas residuales

El diámetro de los *colectores* horizontales se obtiene en la tabla 4.5 del HS5 del Código Técnico de la Edificación en función del máximo número de UD y de la pendiente.

Diámetro mm.	Máximo número de Uds		
	1 %	Pendiente 2 %	4 %
50	--	20	25
63	--	24	29
75	--	38	57

90	96	130	160
110	264	321	382
125	390	480	580
160	880	1056	1300
200	1600	1920	2300
250	2900	3500	4200
315	5710	6920	8290
350	8300	10000	12000

Tabla 3.9.4.4.1 - Diámetro de los *colectores* horizontales en función del máximo número de UD y de la pendiente.

Como sabemos que las arquetas serán de 150 mm como mínimo los colectores serán todos de 150 mm.

Colectores horizontales	Unidades desagüe	Diámetro mínimo (mm)	Diámetro real (mm)
T1	2	50	150
T2	5	50	150
T3	7	50	150
T4	5	50	150
T5	12	50	150
T6	14	50	150
T7	26	50	150
T8	14	50	150
T9	40	63	150

Tabla 3.9.4.4.2 – Diámetros obtenidos de los *colectores* horizontales en función del máximo número de UD y de la pendiente.

3.9.4.5 Cálculo de las arquetas

La siguiente tabla nos proporciona las dimensiones mínimas en longitud y anchura, en función del diámetro de colector de salida que acomete.

Diámetro del colector de salida (mm)	100	150	200	250	300	350	400	450	500
L x A (cm)	40x40	50x50	60x60	60x70	70x70	70x80	80x80	80x90	90x90

Tabla 3.9.4.5.1 - Dimensiones mínimas en longitud y anchura, en función del diámetro de colector de salida que acomete.

Como el último colector de salida que acomete es 110 mm la arqueta mínima será de 150 mm.

3.9.5 RESULTADOS PLUVIALES

3.9.5.1 Número de sumideros

El número mínimo de sumideros que deben disponerse es el indicado en la tabla 4.6 del HS5 del Código Técnico de la Edificación, en función de la superficie proyectada horizontalmente de la cubierta a la que sirven.

Superficie de cubierta en proyección horizontal (m ²)	Número de sumideros
$S < 100$	2
$100 \leq S < 200$	3
$200 \leq S < 500$	4
$S > 500$	1 cada 150 m ²

Tabla 3.9.5.1.1 - número mínimo de sumideros que deben en función de la superficie proyectada horizontalmente de la cubierta a la que sirven.

El número de sumideros en función de la superficie de cubierta:

Superficie cubierta proyectada “horizontalmente” = 1671,4959 m², equivale a un sumidero cada 150 m², por lo tanto salen 11,14 sumideros, es decir como mínimo

12 sumideros. Al final hemos puesto 15 sumideros 7 a cada lado y uno donde se unen.

3.9.5.2 Diámetro de los canalones

El Código Técnico de la Edificación nos dice que para un régimen con intensidad pluviométrica diferente de 100 mm/h, debe aplicarse un factor f de corrección a la superficie servida tal que:

$$f = i / 100$$

Siendo i la intensidad pluviométrica que se quiere considerar.

Nosotros tenemos una $i = 90$ entonces $f = 90/100 = 0,9$.

Diámetro nominal del canalón (mm.)	Max. Superficie de cubierta en proyección horizontal m ² (Im=100mm/h)		
	Pendiente		
	1%	2%	4%
100	45	65	95
125	80	115	165
150	125	175	255
200	260	370	520
250	475	670	930

Tabla 3.9.5.2.1 - Diámetro nominal del canalón en función del máximo de superficie de cubierta en proyección horizontal.

Cogemos una pendiente del 1% las superficies que tenemos son:

106,84 m² que nos da un diámetro nominal de canalón de 150 mm, multiplicado por el factor de corrección nos da 135 mm como mínimo, cogemos el diámetro comercial de Canalones y Bajantes de PVC EPE Y URALITA de 185 mm.

92,86 m² que nos da un diámetro nominal de canalón de 150 mm, multiplicado por el factor de corrección nos da 135 mm como mínimo, cogemos el diámetro comercial de Canales y Bajantes de PVC EPE Y URALITA de 185 mm.

3.9.5.3 Bajantes de aguas pluviales

El diámetro correspondiente a la superficie, en proyección horizontal, servida por cada bajante de aguas pluviales se obtendrá de la tabla siguiente del Código Técnico de la Edificación:

Diámetro nominal bajante (mm)	Superficie en proyección horizontal servida, m ² (Im = 100mm/h)
50	65
63	113
75	177
90	318
110	580
125	805
160	1544
200	2700

Tabla 3.9.5.3.1 - Diámetro nominal bajante en función de la superficie en proyección horizontal servida.

Las superficies que tenemos son:

106,84 m² que nos da un diámetro nominal de bajantes de 63 mm, multiplicado por el factor de corrección nos da 56,7 mm como mínimo, cogemos el diámetro comercial de Canales y Bajantes de PVC EPE Y URALITA de 75 mm.

92,88 m² que nos da un diámetro nominal de bajante de 75 mm, multiplicado por el factor de corrección nos da 67,5 mm como mínimo, cogemos el diámetro comercial de Canales y Bajantes de PVC EPE Y URALITA de 75 mm.

3.9.5.4 Colectores de aguas pluviales

Se utilizará la tabla del Código Técnico de la Edificación en la página en la página 122 siguiente que relaciona la superficie máxima proyectada admisible con el diámetro y la pendiente del colector:

Diámetro nominal del colector (mm.)	Max. Superficie de cubierta en proyección horizontal m ² (Im=100mm/h)		
	Pendiente		
	1%	2%	4%
90	125	178	253
110	229	323	458
125	310	440	620
160	614	862	1228
200	1070	1510	2140
250	1920	2710	3850
315	3090	4589	6500

Tabla 3.9.5.4.1 - Diámetro nominal del colector en función del máximo de superficie de cubierta en proyección horizontal.

Hemos elegido una pendiente del 1% las superficies que tenemos son:

106,84 m² que nos da un diámetro nominal de colector de 90 mm.

213,68 m² que nos da un diámetro nominal de colector de 110 mm.

318,05 m² que nos da un diámetro nominal de colector de 160 mm.

422,42 m² que nos da un diámetro nominal de colector de 160 mm.

526,79 m² que nos da un diámetro nominal de colector de 160 mm.

631,16 m² que nos da un diámetro nominal de colector de 200 mm.

735,53 m² que nos da un diámetro nominal de colector de 200 mm.

1671,49 m² que nos da un diámetro nominal de colector de 250 mm.

3.9.5.5 Cálculo de las arquetas

La siguiente tabla nos proporciona las dimensiones mínimas del colector de salida en longitud y anchura, en función del diámetro de colector de salida que acomete.

Diámetro del colector de salida (mm)	100	150	200	250	300	350	400	450	500
L x A (cm)	40 x 40	50 x 50	60 x 60	60 x 70	70 x 70	70 x 80	80 x 80	80 x 90	90 x 90

Tabla 3.9.5.5.1 - Dimensiones mínimas del colector de salida en longitud y anchura, en función del diámetro de colector de salida que acomete.

Como el último colector de salida que acomete es 250 mm la arqueta mínima será de 250 mm.

**TÍTULO: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE GRANJA DESTINADA A
VACUNO CON APOORTE DE ENERGÍA RENOVABLE**

ANEXO X: INSTALACIÓN DE ACS

PETICIONARIO: ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA

AVDA. 19 DE FEBRERO, S/N

15405 - FERROL

FECHA: SEPTIEMBRE 2014

AUTOR: IVAN GARCIA REBOREDO

Fdo.: Iván García Reboredo

ANEXO X: INSTALACIÓN DE ACS	1
3.10.1 OBJETO DEL ANEXO	4
3.10.2 FUNCIONAMIENTO DE UN SISTEMA SOLAR	4
3.10.3 CÁLCULO DE LA INSTALACIÓN	4
3.10.3.1 Procedimiento de verificación	4
3.10.3.1.1 Condiciones climáticas	5
3.10.3.1.2 Contribución solar mínima	6
3.10.3.2 Cálculo de la demanda energética	7
3.10.3.3 Zonas climáticas	11
3.10.3.4 Cálculo del campo de captadores.....	13
3.10.3.4.1 Predimensionado del campo de captadores.....	13
3.10.3.4.2 Cálculo de la cobertura del sistema solar. Método F-Chart	14
3.10.3.4.2.1 Cálculo de la radiación solar mensual incidente	15
3.10.3.4.2.1.1 Pérdidas por orientación e inclinación	17
3.10.3.4.2.1.2 Pérdidas por sombras.....	18
3.10.3.4.2.2 Cálculo del parámetro D_1	19
3.10.3.4.2.3 Cálculo del parámetro D_2	20
3.10.3.4.2.4 Determinación de la fracción solar energética mensual f aportada por el sistema de captación solar.	21
3.10.3.4.2.5 Fracción solar anual F	21
3.10.3.5 Sistema de acumulación solar	26
3.10.3.6 Sistema de intercambio	27
3.10.3.7 Circuito hidráulico	28
3.10.3.7.1 Circuito hidráulico primario.....	29
3.10.4 INSTALACIÓN OBJETO	30
3.10.4.1 Colectores solares	30
3.10.4.2 Tuberías	31

3.10.4.3 Bomba	31
3.10.4.4 Vaso de expansión	31
3.10.4.5 Purgas de aire	32
3.10.4.6 Circuito hidráulico secundario.....	32
3.10.4.7 Sistema de energía convencional auxiliar	32
3.10.4.8 Sistema de control	33
3.10.4.9 Sistema de medida	34

3.10.1 OBJETO DEL ANEXO

El aprovechamiento de la energía solar para la producción de A.C.S. permite economizar energía y disminuir el impacto del consumo energético sobre el medio ambiente. El diseño de una instalación solar se realiza tratando de lograr el máximo aprovechamiento energético anual y no satisfacer un consumo punta de agua caliente en un instante dado.

En la edificación objeto del trabajo habrá un consumo de agua caliente sanitaria en el uso de las 5 duchas, 7 lavabos y 11 grifos aislados en la granja. Para hacer frente a dicha demanda es necesario realizar una instalación energética que haga frente a los consumos previstos de agua caliente. En nuestro caso instalaremos un sistema combinado de caldera de gasoil con paneles solares.

3.10.2 FUNCIONAMIENTO DE UN SISTEMA SOLAR

El funcionamiento de un sistema solar es muy simple. Consiste en hacer circular un fluido por el interior de la parrilla de tubos del absorbedor del captador, donde se calienta por efecto de la radiación solar incidente. Este fluido se conduce mediante una bomba hasta un intercambiador de calor para que caliente el agua acumulada en un depósito. Después, el fluido retorna al captador para ser de nuevo calentado. El agua de consumo se mantiene almacenada en el interior del acumulador hasta el momento de su utilización.

La instalación debe contar con un equipo de apoyo que garantice la disponibilidad de agua caliente incluso en los momentos en que las condiciones meteorológicas no son adecuadas para la captación solar o cuando el consumo de agua es muy elevado.

Para el funcionamiento correcto del conjunto es necesario asegurarse de que todos los componentes de la instalación se han elegido adecuadamente, siguiendo los pasos que exige el Código Técnico de la edificación en su documento básico HE sección 4.

3.10.3 CÁLCULO DE LA INSTALACIÓN

3.10.3.1 Procedimiento de verificación

En la Sección HE4, del DB HE, se establece la forma de proceder para el

cumplimiento de la Exigencia Básica HE4, siguiendo la secuencia que se expone a continuación:

- a) Obtención de la contribución solar mínima, según el apartado 2.1.
- b) Cumplimiento de las condiciones de diseño y dimensionado del apartado 3.
- c) Cumplimiento de las condiciones de mantenimiento del apartado 4.

Para en proceso del cálculo de la instalación se seguirán los pasos de la sección del HE4, que se describirán en los siguientes apartados

3.10.3.1.1 Condiciones climáticas

Las condiciones climáticas, a efectos de las instalaciones solares térmicas, están definidas por:

- La radiación global total en el campo de captación.
- La temperatura ambiente media diaria.
- La temperatura mensual media del agua de la red.

Estos datos proceden del Instituto Nacional de Meteorología y otras fuentes fiables, y la dificultad de disponer de las suficientes series estadísticas constituye el principal obstáculo para una valoración adecuada del dimensionado de la instalación.

A continuación se reproducen las correspondientes a la energía, en megajulios, que incide sobre un metro cuadrado de superficie horizontal en un día medio de cada mes ($1\text{kWh} = 3,6\text{MJ}$), la altitud, latitud, longitud y temperatura mínima histórica, la temperatura media del agua en la red en °C, y la temperatura ambiente media durante las horas de sol en °C, ambas por provincias, del Pliego de Condiciones Técnicas del IDAE, advirtiéndose que la denominación de las provincias no se corresponde con la oficial actualmente vigente. Hay que tener en cuenta también los valores particulares que establecen algunas ordenanzas y regulaciones autonómicas, siempre que sean más restrictivas que el CTE. No obstante, en la mayoría de los casos estas tablas proporcionan datos suficientemente fiables para redactar el trabajo.

3.10.3.1.2 Contribución solar mínima

La contribución solar mínima anual es la fracción entre los valores anuales de la energía solar aportada exigida y la demanda energética anual, obtenidos a partir de los valores mensuales, según define el apartado 2 de la Sección HE4, del DB HE del CTE.

Las contribuciones solares tienen carácter de mínimos, pudiendo ser ampliadas voluntariamente por el promotor o como consecuencia de disposiciones dictadas por las administraciones competentes.

Las contribuciones solares mínimas para la demanda de agua caliente sanitaria A.C.S. a una temperatura de referencia de 60 °C se recogen en las tablas:

Demanda en (l/d)	Zona climática				
	I	II	III	IV	V
50-5000	30	30	50	60	70
5.000-6.000	30	30	55	65	70
6.000-7.000					
	30	35	61	70	70
7.000-8.000	30	45	63	70	70
8.000-9.000					
9.000-10.000	30	52	65	70	70
	30	55	70	70	70
10.000-12.500	30	65	70	70	70
12.500-15.000					
15.000-17.500	30	70	70	70	70
	35	70	70	70	70
17.500-20.000	45	70	70	70	70
> 20.000					
	52	70	70	70	70

Tabla 3.10.3.1.2.1 Contribución solar mínima en % caso general

Demanda total de A.C.S. del edificio (l/d)	Zona climática				
	I	II	III	IV	V
50-1.000	50	60	70	70	70
1.000-2.000	50	63	70	70	70
2.000-3.000					
3.000-4.000					
	50	66	70	70	70
	51	69	70	70	70
4.000-5.000	58	70	70	70	70
5.000-6.000	62	70	70	70	70
> 6.000	70	70	70	70	70

Tabla 3.10.3.1.2.2 Contribución solar mínima en % para instalaciones auxiliares por efecto Joule

Como criterio general, los costes relativos de una instalación solar disminuyen al aumentar el tamaño de la instalación, sin embargo el aporte específico de energía solar también disminuye si se diseña una instalación de modo más generoso, puesto que se produce un aumento de las temperaturas de trabajo del sistema, y es más probable que el campo de captadores se encuentre con mayor frecuencia en un estado de estancamiento. Considerando ambas tendencias, es decir, por un lado la reducción de los costes específicos y, por otro, la reducción del aporte relativo al aumentar el tamaño de la instalación, se debería llegar finalmente a un punto óptimo para el dimensionado de una determinada aplicación.

3.10.3.2 Cálculo de la demanda energética

Según el DB HE, en la sección HE4, se establece que para valorar las demandas se tomarán los valores unitarios de consumo en litros de A.C.S. por día tomando de referencia 60 °C, de la tabla 3.1, que se reproduce a continuación.

Criterio de demanda	Litros A.C.S./día a 60 °C	
Viviendas unifamiliares	30	por persona
Viviendas multifamiliares	22	por persona
Hospitales y clínicas	55	por cama
Hotel ****	70	por cama
Hotel ***	55	por cama
Hotel/Hostal **	40	por cama
Camping	40	por emplazamiento
Hostal/Pensión *	35	por cama
Residencia (ancianos, estudiantes, etc.)	55	por cama
Vestuarios/Duchas colectivas	15	por servicio
Escuelas	3	por alumno
Cuarteles	20	por persona
Fábricas y talleres	15	por persona
Administrativos	3	por persona
Gimnasios	20 a 25	por usuario
Lavanderías	3a5	por kilo de ropa
Restaurantes	5a10	por comida
Cafeterías	1	por almuerzo

Tabla 3.10.3.2.1 Litros de A.C.S. / día (a 60°C)

En el caso de que se elija una temperatura en el acumulador final diferente de 60 °C, en cuyo caso se deberá alcanzar la contribución solar mínima correspondiente a la demanda obtenida con las demandas de referencia a 60 °C. No obstante, la demanda a considerar a efectos de cálculo, según la temperatura elegida, será la que se obtenga a partir de la siguiente expresión:

$$D(T) = \sum D_i(T) \quad (3.10.3.2.1)$$

Para el cálculo utilizaran los valores de $T_i = 12 \text{ °C}$ (constante) y $T = 45 \text{ °C}$ y la

siguiente expresión.

$$Di(T) = Di(60^{\circ}C) \times \frac{60-Ti}{T-Ti} \quad (3.10.3.2.2)$$

Dónde:

D (T) = Demanda de agua caliente sanitaria anual a la temperatura T elegida.

Di (T) = Demanda de agua caliente sanitaria para el mes (i) a la temperatura T elegida.

Di (60 °C) = Demanda de agua caliente sanitaria para el mes (i) a la temperatura de 60 °C.

T = Temperatura del acumulador final.

Ti = Temperatura media del agua fría en el mes (i).

Hay que considerar que una temperatura de acumulación inferior aumenta el riesgo de legionelosis, que se produce en agua acumulada a una temperatura inferior a 50 °C.

Para nuestra instalación tenemos 4 personas la demanda de ACS en una fábrica es de 15 litros de ACS/día a 60° por persona, además hay que añadir el consumo de agua por las duchas/vestuarios que es de 15 litros de ACS/día a 60° por persona, y la aportación por el ganado bobino como son 25 vacas con una demanda de 15 litros de ACS/día a 60° por animal, de modo que el caudal diario total será de:

$$4 \text{ personas} \times 15 \frac{\text{litros ACS}}{\text{día}} = 60 \text{ litros de ACS/día} \quad (3.10.3.2.3)$$

$$4 \text{ personas} \times 15 \frac{\text{litros ACS}}{\text{día}} = 60 \text{ litros de ACS/día} \quad (3.10.3.2.4)$$

$$25 \text{ vacas} \times 15 \frac{\text{litros ACS}}{\text{día}} = 375 \text{ litros de ACS/día} \quad (3.10.3.2.5)$$

La demanda energética será la cantidad de energía necesaria para elevar la

masa de agua resultante de los consumos requeridos desde la temperatura de suministro a la de referencia, en valores mensuales.

El cálculo de la demanda energética se realiza mediante la siguiente expresión, para cada mes del año, expresado en kWh/mes:

$$DE_{mes} = Q_{día} \times N \times (T_{ACS} - T_{AF}) \times 1,16 \times 10^3 \quad (3.10.3.2.6)$$

Dónde:

DE_{mes} = Demanda energética, en kWh/mes.

$Q_{día}$ = Consumo diario de agua caliente sanitaria a la temperatura de referencia T_{ACS} , en l/día.

N = nº de días del mes considerado, días/mes, no necesariamente meses completos en periodos estacionales.

T_{ACS} = Temperatura de referencia utilizada para la cuantificación del consumo de agua caliente, 60 °C.

T_{AF} = Temperatura del agua fría de la red, en °C.

$$(1 \text{ kcal} = 1.000 \times 4,186 \text{ J h}/3.600 \text{ s} = 1,16 \times 10^3 \text{ kW h})$$

El consumo diario se cuantifica según se ha visto anteriormente. La temperatura de referencia es de 60 °C, salvo que se aplique el criterio del apartado 3.1.1, párrafo 2, de la Sección HE4, visto anteriormente. La temperatura del agua de la red se toma de la tabla del Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones de Baja Temperatura del IDAE, si no se establecen otras condiciones en la ordenanza local o en la reglamentación de la Comunidad Autónoma competente.

- Cálculamos de la DE de la instalación objeto del trabajo para enero:

$$DE_{mes} = 475 \times 31 \times (60 - 8) \times 1,16 \times 10^3 = 604,5 \text{ Mcal}/mes \quad (3.10.3.2.7)$$

Los resultados obtenidos para el resto de meses se ven en la siguiente tabla:

Mes	Días	T _{AF}	DE _{mes} (MJ/mes)	DE _{mes} (Mcal/mes)
Enero	31	8	3205,2202	765,7
Febrero	28	9	2839,3638	678,3

Marzo	31	11	3020,30365	721,525
Abril	30	13	2803,5735	669,75
Mayo	31	14	2835,3871	677,35
Junio	30	15	2684,2725	641,25
Julio	31	16	2712,1094	647,9
Agosto	31	15	2773,74825	662,625
Septiembre	30	14	2743,923	655,5
Octubre	31	13	2897,02595	692,075
Noviembre	30	11	2922,8745	698,25
Diciembre	31	8	3205,2202	765,7

Tabla 3.10.3.2.2 Demanda energética mensual

Los datos de la temperatura media del agua en la red según la zona han sido obtenidos del Instituto Nacional de Meteorología y de Censolar.

Además debemos tener en cuenta el porcentaje de ocupación de cada mes:

Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.
0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95

Tabla 3.9.3.2.3 Porcentaje de ocupación mensual

Con todo ello la demanda:

Mes	DE _{mes} (MJ/mes)	DE _{mes} (Mcal/mes)
Enero	3044,95919	727,415
Febrero	2697,39561	644,385
Marzo	2869,288468	685,44875
Abril	2663,394825	636,2625
Mayo	2693,617745	643,4825
Junio	2550,058875	609,1875
Julio	2576,50393	615,505
Agosto	2635,060838	629,49375
Septiembre	2606,72685	622,725
Octubre	2752,174653	657,47125
Noviembre	2776,730775	663,3375
Diciembre	3044,95919	727,415

Tabla 3.10.3.2.4 Demanda mensual corregida con factor de ocupación

3.10.3.3 Zonas climáticas

El apartado 3.1.2 de la Sección HE4, del DB HE del CTE, define las zonas climáticas como aquellas que son homogéneas a efectos de la exigencia,

indicando sus límites en un mapa y una tabla de localidades.

Las zonas se han definido teniendo en cuenta la radiación solar global media diaria anual sobre una superficie horizontal (H), tomando los intervalos que se relacionan para cada una de las zonas, como se indica a continuación:

Zona climática	MJ/m ²	kWh/m ²
I	$H < 13,7$	$H < 3,8$
II	$13,7 < H < 15,1$	$3,8 < H < 4,2$
III	$15,1 \leq H < 16,6$	$4,2 \leq H < 4,6$
IV	$16,6 \leq H < 18,0$	$4,6 \leq H < 5,0$
V	$H \geq 18,0$	$H \geq 5,0$

Tabla 3.10.3.3.1 Radiación solar global media por zonas



Figura 3.10.3.3.1 Zonas climáticas de España

La finalidad de estas zonas es establecer el porcentaje exigido de aportación de la energía solar a la demanda energética total de A.C.S.

3.10.3.4 Cálculo del campo de captadores

El dimensionado del campo de captadores constituye la base fundamental de la instalación, ya que es el elemento que recoge la energía solar que se precisa.

El DB HE, Sección HE4 describe cuatro de los criterios generales de cálculos especificados para el dimensionado básico

- a) La demanda de energía térmica
- b) La energía solar térmica aportada
- c) Las fracciones solares mensuales y anual
- d) El rendimiento medio anual

El valor de la energía solar aportada debe ser el producto de la contribución solar mínima por la demanda de energía, por lo que habrá que dimensionar el campo de captadores para ello. La fracción solar anual coincidirá con la contribución solar mínima, dependiendo las fracciones mensuales de las condiciones climáticas y de uso.

Sin embargo, estos valores representan el resultado a cumplir, y no sirven para definir la superficie de captación de forma directa, por lo que es necesario realizar varias pruebas, una vez predimensionado el campo, hasta lograr el cumplimiento de todos los requerimientos, de la forma siguiente:

- Predimensionado del campo de captadores.
- Cálculo de la cobertura del sistema solar.
- Reiteración del proceso hasta obtener los valores de fracción solar mensual y anual que cumplan con las exigencias, teniendo en cuenta los restantes requisitos.

3.10.3.4.1 Predimensionado del campo de captadores

La superficie de captación solar es un dato imprescindible para el proceso de cálculo, siendo necesario realizar una hipótesis de partida fijando un valor previo,

para ajustar la superficie a la contribución requerida posteriormente.

Un valor habitual es considerar 70 l/(m² día), que puede resultar un valor adecuado para el rendimiento de la instalación, hay que tener en cuenta que este valor tendrá que reconsiderarse posteriormente para cumplir con la contribución solar mínima requerida.

3.10.3.4.2 Cálculo de la cobertura del sistema solar. Método F-Chart

El método F-Chart cuenta con el respaldo de numerosas instalaciones realizadas en un largo periodo de tiempo con el consiguiente análisis de los resultados energéticos en situaciones reales, por lo que tiene un gran reconocimiento por parte de los profesionales del sector. Es el aconsejado en el Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones Solares Térmicas de Baja Temperatura, del IDAE y cumple con lo especificado en el apartado 3.3.1 de la Sección HE4, del DB HE del CTE.

Su aplicación sistemática consiste en identificar las variables adimensionales del sistema de calentamiento solar y utilizar la simulación de funcionamiento mediante ordenador, para dimensionar las correlaciones entre estas variables y el rendimiento medio del sistema para un dilatado periodo de tiempo. Las dimensiones se presentan por medio de ecuaciones y en forma gráfica.

Para desarrollarlo se utilizan datos mensuales, medios meteorológicos, y es perfectamente válido para determinar el rendimiento o factor de cobertura solar en instalaciones de calentamiento de A.C.S., en todo tipo de edificios, mediante captadores solares planos. Se determina el porcentaje de la demanda energética mensual, o fracción solar mensual, como relación entre dos magnitudes adimensionales D_1 y D_2 , mediante la fórmula siguiente:

$$f = 1,0290D_1 - 0,065D_2 - 0,245D_1^2 + 0,0018D_2^2 + 0,0215D_1^3 \quad (3.10.3.4.2.1)$$

La secuencia que se va a seguir en el cálculo es la siguiente:

1. Cálculo de la radiación solar mensual incidente H_{mes} sobre la superficie

inclinada de los captadores.

2. Cálculo del parámetro D_1 .
3. Cálculo del parámetro D_2 .
4. Determinación de la fracción energética mensual f aportada por el sistema de captación solar, mediante gráficas o ecuaciones.
5. Valoración de la cobertura solar anual, grado de cobertura solar o fracción solar anual F .
6. Reiteración del proceso para ajustar la producción a los requerimientos.

3.10.3.4.2.1 Cálculo de la radiación solar mensual incidente

El cálculo de la radiación solar disponible en los captadores solares se efectúa según la siguiente fórmula:

$$H_{mes} = k_{mes} \times H_{dia} \times N \quad (3.10.3.4.2.1.1)$$

Dónde:

- H_{mes} = Irradiación, o radiación solar incidente por m² de superficie de los captadores por mes, en kWh/(m² mes)
- k_{mes} = Coeficiente función del mes, de la latitud y de la inclinación de la superficie de captación solar.
- H_{dia} = Irradiación, o radiación solar incidente por m² de superficie de los captadores por día, en kWh/(m² día)
- N = Número de días del mes.

El valor de la radiación solar incidente sobre una superficie horizontal en un día medio de cada mes, por provincias, puede tomarse de la tabla publicada por CENSOLAR, recogida en el Anexo IV del Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones de Baja Temperatura del IDAE.

Los valores del coeficiente k utilizados para la estimación de la energía solar mensual incidente sobre una superficie inclinada a partir de la radiación solar horizontal para un azimut de cero grados, están indicados en el Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones de Baja Temperatura del IDAE.

La disposición de los captadores en el campo de captación puede originar pérdi-

das que reducen el rendimiento de la instalación. Hay tres posibles tipos de pérdidas debidas a la colocación de los captadores, las pérdidas debidas a la orientación según la desviación respecto al Sur geográfico, las pérdidas debidas a la inclinación desviando la recepción ortogonal de la radiación solar, y las pérdidas derivadas de los obstáculos en el entorno que producen sombras, tanto de los propios paneles o partes de la edificación, como de edificaciones y obstáculos vecinos.

Las condiciones relativas a las pérdidas se regulan en el apartado 2.1, Contribución solar mínima, de la Sección HE4, del DB HE del CTE. Así, el punto 8 dice que la orientación e inclinación del sistema generador y las posibles sombras sobre el mismo serán tales que las pérdidas sean inferiores a los límites de la tabla siguiente:

Caso	Orientación e inclinación	Sombras	Total
General	10%	10%	15%
Superposición	20%	15%	30%
Integración arquitectónica	40%	20%	50%

Tabla 3.10.3.4.2.1.1 Pérdidas límite según la colocación de los captadores

Se considera que existe integración arquitectónica cuando los módulos cumplen una doble función energética y arquitectónica y además sustituyen elementos constructivos convencionales, o son elementos constituyentes de la composición arquitectónica. Se considera que existe superposición arquitectónica cuando la colocación de los captadores se realiza paralela a la envolvente del edificio, no aceptándose en este concepto la disposición horizontal con el fin de favorecer la autolimpieza de los módulos. Una regla fundamental a seguir para conseguir la integración o superposición de las instalaciones solares es la de mantener, dentro de lo posible, la alineación con los ejes principales de la edificación.

El punto 10 indica que, en todos los casos, se han de cumplir las tres condiciones: pérdidas por orientación e inclinación, pérdidas por sombras y pérdidas totales inferiores a los límites estipulados respecto a los valores obtenidos con

orientación e inclinación óptimas, y sin sombra alguna.

Las condiciones óptimas de colocación de un captador vienen indicadas en el párrafo siguiente, que dice que se considerará como la orientación óptima el sur y la inclinación óptima, dependiendo del periodo de utilización, uno de los valores siguientes:

- Demanda constante anual: Latitud geográfica.
- Demanda preferente en invierno: Latitud geográfica + 10°.
- Demanda preferente en verano: Latitud geográfica - 10°.

El punto 12 establece que, sin excepciones, se deben evaluar las pérdidas por orientación e inclinación y sombras de la superficie de captación de acuerdo a lo estipulado en los apartados 3.5 y 3.6, de la Sección HE4, del DB HE del CTE.

También aclara este párrafo que cuando, por razones arquitectónicas excepcionales no se pueda dar toda la contribución solar mínima anual que se exige cumpliendo los requisitos indicados en la tabla de pérdidas límite, se justificará esta imposibilidad, analizando las distintas alternativas de configuración del edificio y de ubicación de la instalación, debiéndose optar por aquella solución que dé lugar a la contribución solar mínima.

3.10.3.4.2.1.1 Pérdidas por orientación e inclinación

Las pérdidas por orientación son debidas al desvío de la posición de los captadores solares de la orientación óptima, y las pérdidas por inclinación son debidas al desvío del ángulo de inclinación, o ángulo que forma la superficie de captación con el plano horizontal, desde su posición óptima.

Las pérdidas por orientación e inclinación de la superficie de captación se deben evaluar de acuerdo a lo estipulado en el apartado 3.5 de la Sección HE4, del DB HE del CTE. Este método de cálculo recoge el del Pliego de Condiciones Técnicas del IDAE, y constituye un método gráfico que combina ambas pérdidas estableciendo también los límites admisibles de colocación de los captadores, referido a una latitud de 43°, por lo que se indican igualmente las correcciones que han de hacerse para otras latitudes diferentes.

3.10.3.4.2.1.2 Pérdidas por sombras

Las pérdidas por sombras son las derivadas de los obstáculos en el entorno que producen sombras, tanto de los propios paneles o partes de la edificación, como de edificaciones y obstáculos vecinos. Las pérdidas por sombras de la superficie de captación se deben evaluar de acuerdo con lo estipulado en el apartado 3.6, de la Sección HE4, del DB HE del CTE.

Aunque la evaluación de todas las pérdidas por sombras, sin excepciones, debe realizarse por el método anterior como prescribe el apartado 2.1 de la Sección HE4, se expone a continuación el del IDAE, porque es útil al menos como orientación para situar las filas de captadores. Según esto, en el apartado Distancia mínima entre filas de captadores, se dice que la distancia d , medida sobre la horizontal, entre una fila de captadores y un obstáculo, de altura h , que pueda producir sombras sobre la instalación deberá garantizar un mínimo de 4 horas de sol en torno al mediodía del solsticio de invierno. Esta distancia d será superior al valor obtenido por la expresión:

$$d = \frac{h}{\tan(61^\circ - \text{latitud})} \quad (3.10.3.4.2.1.2.1)$$

Donde $1/\tan(61^\circ - \text{latitud})$ es un coeficiente adimensional denominado k , algunos de cuyos valores significativos se incluyen en la tabla siguiente, en función de la latitud del lugar:

Latitud	29°	37°	39°	41°	43°	45°
k	1,600	2,246	2,475	2,747	3,078	3,487

Tabla 3.10.3.4.2.1.3.1 Valor del coeficiente k .

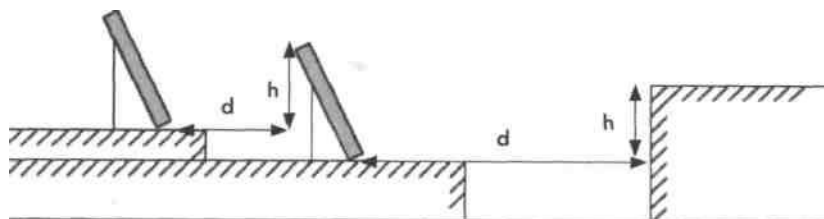


Figura 3.10.3.4.2.1.3.1 Ejemplo de separación en la colocación

Este método, aunque no excluye la utilización del anterior para el cálculo final, es muy útil en todo el proceso previo.

3.10.3.4.2.2 Cálculo del parámetro D_1

El parámetro D_1 expresa la relación entre la energía absorbida por el captador plano EA_{mes} y la demanda o carga energética mensual del edificio durante un mes, DE_{mes} .

$$D_1 = \frac{EA_{mes}}{DE_{mes}} \quad (3.10.3.4.2.2.1)$$

La expresión de la energía absorbida por el captador, EA_{mes} , es la siguiente:

$$EA_{mes} = S_c \times F'_R(T\alpha) \times H_{mes} \quad (3.10.3.4.2.2.2)$$

Dónde:

EA_{mes} = Energía solar mensual absorbida por los captadores en KWh/mes.

S_c = Superficie de captación, en m^2 .

H_{mes} = Energía solar mensual incidente sobre la superficie de los captadores, en KWh/(m^2 mes).

$F'_R(T\alpha)$ = Factor adimensional, cuya expresión es:

$$F'_R(T\alpha) = F_R(T\alpha)_n \times \left[\frac{(T\alpha)}{(T\alpha)_n} \right] \times \frac{F'_R}{F_R} \quad (3.10.3.4.2.2.3)$$

Dónde:

$F_R(T\alpha)_n$ = Factor de eficiencia óptica del captador.

$[(T\alpha)/(T\alpha)_n]$ = Modificador del ángulo de incidencia.

F'_R/F_R = Factor de corrección del conjunto captador-intercambiador.

3.10.3.4.2.3 Cálculo del parámetro D_2

El parámetro D_2 expresa la relación entre la energía perdida por el captador EP_m , para una determinada temperatura, y la demanda energética mensual del edificio DE_{mes} .

$$D_2 = \frac{EP_{MES}}{DE_{MES}} \quad (3.9.3.4.2.3.1)$$

La expresión de las pérdidas del captador es la siguiente:

$$EP_{mes} = S_c \times F_R \cdot U_L \times 100 - T_{AMB} \times \Delta t \times K_1 \times K_2 \quad (3.9.3.4.2.3.2)$$

Dónde:

EP_{mes} = Energía solar mensual perdida por los captadores en KWh/mes.

S_c = Superficie de captación solar, en m^2 .

$F_R \cdot U_L$ = Factor, en KWh/(m^2 K), cuya expresión es:

$$F_R' U_L = F_R U_L \times \frac{F_R'}{F_R} \times 10^{-3} \quad (3.10.3.4.2.3.3)$$

Dónde:

$F_R U_L$ = coeficiente global de pérdidas del captador, también denominado U_0 , en W/(m^2 K)

F_R'/F_R = factor de corrección del conjunto captador-intercambiador.

Se recomienda tomar 0.95.

T_{AMB} = temperatura media mensual del ambiente, en $^{\circ}C$.

Δt = periodo de tiempo en horas.

K_1 = factor de corrección por almacenamiento.

$$K_1 = \left(\frac{V}{75 \times S_c} \right)^{-0,25} \quad (3.10.3.4.2.3.4)$$

Dónde:

V = volumen de acumulación solar en litros. Se recomienda que el

valor de V sea tal que se cumpla la condición $50 < V/Sc < 180$.

K_2 = factor de corrección para A.C.S. que relaciona las distintas temperaturas.

$$K_2 = \frac{11,6 + 1,18 \times T_{AC} + 3,86 \times T_{AF} - 2,32 \times T_{AMB}}{100 - T_{AMB}} \quad (3.10.3.4.2.3.5)$$

TAC = temperatura mínima del agua caliente sanitaria.

TAF = temperatura del agua de la red.

TAMB = temperatura media mensual del ambiente, en °C.

3.10.3.4.2.4 Determinación de la fracción solar energética mensual f aportada por el sistema de captación solar.

$$f = 1,0290D_1 - 0,065D_2 - 0,245D_1^2 + 0,0018D_2^2 + 0,0215D_1^3 \quad (3.10.3.4.2.4.1)$$

Con los límites de aplicación $0 < D_1 < 3$ y $0 < D_2 < 18$. También puede determinarse la fracción de carga calorífica mensual mediante las gráficas f, formadas con los valores de D_1 en las ordenadas y D_2 en las abscisas.

3.10.3.4.2.5 Fracción solar anual F

La fracción solar anual se calcula como la relación entre la suma de aportaciones solares mensuales y la suma de las demandas energéticas de cada mes:

$$F = \frac{\sum EU_{MES}}{\sum DE_{MES}} \quad (3.10.3.4.2.5.1)$$

Siendo EU_{mes} energía útil mensual aportada por la instalación solar para la producción del agua caliente sanitaria, en KWh/mes, determinada por:

$$EU_{mes} = f_{mes} \times DE_{mes} \quad (3.10.3.4.2.5.2)$$

Dónde:

f_{mes} = Fracción solar mensual.

DE_{mes} = Demanda energética, en KWh/mes.

El objetivo de este método es determinar cuál será nuestra fracción solar cubierta en función del número de captadores que utilicemos. Hemos llegado a la conclusión que el número de paneles solares que debemos utilizar son 4 colectores; cada uno de 2,18 m² de superficie del panel y 2 m² superficie útil.

Indicamos ahora como ejemplo de cálculo el correspondiente al mes de Enero. La radiación solar mensual incidente H_{mes} sobre la superficie inclinada de los captadores. La inclinación de los paneles se ha supuesto de 43° C y la latitud 43°.

El valor de radiación solar incidente sobre una superficie horizontal en un día medio de cada mes será de:

Enero	Feb	Marzo	Abril	Mayo	Jun	Jul	Agosto	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.
5,4	8,0	11,4	12,4	15,4	16,2	17,4	15,3	13,9	10,9	6,4	5,1

Tabla 3.10.3.4.2.5.1 Radiación solar incidente en un día medio de cada mes.

Enero	Feb	Marzo	Abril	Mayo	Jun	Jul	Agosto	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.
1,41	1,31	1,2	1,09	1,01	0,98	1,01	1,1	1,25	1,42	1,52	1,5

Tabla 3.10.3.4.2.5.2 Valores del factor k.

$$H_{mes} = 1,41 \times 5,4 \times 31 = 236,034 \text{ MJ} / (\text{m}^2 \text{ mes}) = 65,565 \text{ KWh} / (\text{m}^2 \text{ mes}).$$

a) Cálculo del parámetro D_1 .

Para $F_R/F_R =$ Factor de corrección del conjunto captador-Intercambiador se recomienda tomar 0.95.

$$EA_{\text{mes}} = 4 \times 2 \times (0,794 \times 0,96 \times 0,95) \times 65,565 = 379,819 \text{ KWh/mes}$$

La energía en Mj es: 1367,35 Mj/mes.

$$D1 = 1367,35 / 3044,95919 = 0,449$$

b) Cálculo del parámetro D_2 .

$$F_R U_L = 3,24 \times 0,95 \times 10^{-03} = 0,003078$$

$$K_1 = (600 / (75 \times 8))^{-0.25} = 1$$

$$K_2 = (11.6 + 1.18 \times 60 + 3.86 \times 8 - 2.32 \times 12) / (100 - 12) = 0.971$$

$$EP_{\text{mes}} = 8 \times 0,003078 \times (100 - 12) \times (9 \times 31) \times 1 \times 0.971$$

$$= 586,981 \text{ KWh/mes} = 2113,1316 \text{ MJ/mes.}$$

$$D_2 = 2113,1316 / 3044,95919 = 0,6939$$

La fracción solar del mes de enero será entonces:

$$f = 1,029D_1 - 0,065D_2 - 0,245D_1^2 + 0,0018D_2^2 + 0,0215D_1^3 = 1,029 \times 0,449 - 0,065 \times 0,6939 - 0,245 \times 0,449^2 + 0,0018 \times 0,6939^2 + 0,0215 \times 0,449^3 = 0,3703$$

Por lo tanto el conjunto de captadores nos proporcionará un 37,03 % de la energía necesaria para este mes. La energía suplementaria se obtendrá de la caldera centralizada auxiliar.

Este mismo procedimiento se realizará para cada mes del año, obteniendo los siguientes resultados mostrados en las siguientes tablas:

Meses	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio
Nº días	31	28	31	30	31	30
Superficie útil en m2	2	2	2	2	2	2
Nº paneles	4	4	4	4	4	4
Superficie total en m2	8	8	8	8	8	8
Horas de luz	9	11	11	13	15	15

K mes	1,41	1,31	1,2	1,09	1,01	0,98
H mes(Mj/m2 día)	5,4	8	11,4	12,4	15,4	16,2
H mes real(Kw*h/mes)	65,565	81,511111	117,8	112,63333	133,93722	132,3
FR($\zeta\alpha$)n	0,794	0,794	0,794	0,794	0,794	0,794
$[(\zeta\alpha)/(\zeta\alpha)n]$	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96
F'R/FR	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95
F'R($\zeta\alpha$)	0,724128	0,724128	0,724128	0,724128	0,724128	0,724128
EA mes	1367,3506	1699,9049	2456,7056	2348,9553	2793,2455	2759,1014
T ^a amb. Exterior °C	12	12	14	14	16	19
T ^a interior °C	24,7	24,7	24,7	24,7	24,7	24,7
T ^a media °C	18,35	18,35	19,35	19,35	20,35	21,85
T ^a media del agua de la red °C	8	9	11	13	14	15
T ^a amb. Exterior (K)	285	285	287	287	289	292
T ^a interior (K)	297,7	297,7	297,7	297,7	297,7	297,7
T ^a media (K)	291,35	291,35	292,35	292,35	293,35	294,85
Ce (Mj/litro °C)	4187	4187	4187	4187	4187	4187
Consumo diario	495	495	495	495	495	495
% ocupación	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95
Qa (Mcal/mes)	798,5121	707,3668	522,1040	475,5407	476,0360	445,8194
Qa real (Mcal/mes)	758,5865	671,9984	495,9988	451,7636	452,2342	423,52846
Qa real (Mj/mes)	3044,959	2811,641	2075,259	1890,179	1892,148	1772,043
D1	0,449053	0,604595	1,183806	1,242715	1,476229	1,557017
D2	0,693977	0,867168	1,34561	1,830866	2,163692	2,166031
F'RUL	0,003078	0,003078	0,003078	0,003078	0,003078	0,003078
K1	1	1	1	1	1	1
K2	0,970909	1,014772	1,074186	1,163953	1,182380	1,187901
Ep mes (Kwh/mes)	586,9810	677,2683	775,6949	961,2963	1137,229	1066,194
Ep mes (Mj/mes)	2113,131	2438,166	2792,501	3460,666	4094,027	3838,3004
f	0,370377	0,482311	0,826256	0,828680	0,922077	0,957025

Tabla 3.10.3.4.2.5.1 Parte de los resultados del cálculo de la fracción solar energética mensual

Meses	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre
Nº días	31	31	30	31	30
Superficie útil en m2	2	2	2	2	2
Nº paneles	4	4	4	4	4
Superficie total en m2	8	8	8	8	8
Horas de luz	15	13	13	11	9
K mes	1,01	1,1	1,25	1,42	1,52
H mes(Mj/m2 día)	17,4	15,3	13,9	10,9	6,4
H mes real(Kw*h/mes)	151,33166	144,925	144,7916	133,2827	81,06666
FR($\zeta\alpha$)n	0,794	0,794	0,794	0,794	0,794
$[(\zeta\alpha)/(\zeta\alpha)n]$	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96
F'R/FR	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95
F'R($\zeta\alpha$)	0,724128	0,724128	0,724128	0,724128	0,724128
EA mes	3156,004	3022,394	3019,613	2779,597	1690,636

T ^a amb. Exterior °C	20	21	20	17	14
T ^a interior °C	24,7	24,7	24,7	24,7	24,7
T ^a media °C	22,35	22,85	22,35	20,85	19,35
T ^a media del agua de la red °C	16	15	14	13	11
T ^a amb. Exterior (K)	293	294	293	290	287
T ^a interior (K)	297,7	297,7	297,7	297,7	297,7
T ^a media (K)	295,35	295,85	295,35	293,85	292,35
Ce (Mj/litro °C)	4187	4187	4187	4187	4187
Consumo diario	495	495	495	495	495
% ocupación	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95
Qa (Mcal/mes)	445,3240	460,68	460,68	491,392	505,262
Qa real (Mcal/mes)	423,0578	437,6460	437,6460	466,82248	479,9989
Qa real (Mj/mes)	1770,074	1831,111	1831,111	1953,185	2008,315
D1	1,782978	1,650579	1,64906	1,423109	0,84181
D2	2,276584	1,786701	1,69999	1,441478	1,100958
FRUL	0,003078	0,003078	0,003078	0,003078	0,003078
K1	1	1	1	1	1
K2	1,222	1,15924	1,1255	1,122168	1,074186
Ep mes (Kwh/mes)	1119,367	908,7915	864,6865	782,0764	614,1865
Ep mes (Mj/mes)	4029,723	3271,649	3112,871	2815,475	2211,071
f	1,039042	1,017258	1,021748	0,9402	0,636055

Tabla 3.10.3.4.2.5.2 Parte de los resultados del cálculo de la fracción solar energética mensual

Con todos estos datos calculamos la fracción solar anual F: 0,79349453

Si la fracción solar anual obtenida no alcanzase el valor de la contribución solar mínima anual resultante de la aplicación de la normativa, los cálculos se deberán repetir hasta obtener una superficie de captación S_c que cumpla la condición establecida.

Es importante tener en cuenta el posible exceso de producción en verano, según se recoge en el punto 4, del apartado 2.1, de la Sección HE4, del DB HE, que establece que, con independencia del uso al que se destine la instalación, en el caso de que en algún mes del año la contribución solar real sobrepase el 110% de la demanda energética o en más de tres meses seguidos el 100%, se adoptarán cualquiera de las siguientes medidas:

- a) Dotara la instalación de la posibilidad de disipar dichos excedentes (a través de equipos específicos o mediante la circulación nocturna del circuito primario).

- b) Tapado parcial del campo de captadores. En este caso el captador está aislado del calentamiento producido por la radiación solar y a su vez evacúa los posibles excedentes térmicos residuales a través del fluido del circuito primario (que seguirá atravesando el captador).
- c) Vaciado parcial del campo de captadores. Esta solución permite evitar el sobrecalentamiento, pero dada la pérdida de parte del fluido del circuito primario, debe ser repuesto por un fluido de características similares debiendo incluirse este trabajo en ese caso entre las labores del contrato de mantenimiento.
- d) Desvío de los excedentes energéticos a otras aplicaciones existentes.

Advierte, no obstante, el punto 5 que: en el caso de optarse por las soluciones b) y c), dentro del mantenimiento deben programarse las operaciones a realizar consistentes en el vaciado parcial o tapado parcial del campo de captadores y reposición de las condiciones iniciales. Estas operaciones se realizarán una semana antes y otra después de cada periodo de sobreproducción energética. No obstante se recomiendan estas soluciones solo en el caso que el edificio tenga un servicio de mantenimiento continuo.

3.10.3.5 Sistema de acumulación solar

El CTE establece que el área total de los captadores tendrá un valor tal que se cumpla la condición:

$$50 < V/A < 180 \quad (3.10.3.5.1)$$

Dónde:

A = Suma de las áreas de los captadores, en m²

V = Volumen del depósito de acumulación solar, en litros.

Hay que tener en cuenta el apartado 3.3.3.1, de la Sección HE4, del DB HE del CTE, que establece que el sistema solar se debe concebir en función de la energía que aporta a lo largo del día y no en función de la potencia del generador (captadores solares), por tanto se debe prever una acumulación acorde con la demanda al no ser ésta simultánea con la generación.

La acumulación solar centralizada es la considerada como más conveniente en el CTE, recordando que el apartado 3.3.3.1 de la Sección HE4, del DB HE, dice que, preferentemente, el sistema de acumulación solar estará constituido por un solo depósito, será de configuración vertical y estará ubicado en zonas interiores.

El volumen de acumulación podrá fraccionarse en dos o más depósitos, que se conectarán, preferentemente, en serie invertida en el circuito de consumo o en paralelo con los circuitos primarios y secundarios equilibrados.

3.10.3.6 Sistema de intercambio

El intercambiador de calor del sistema de captación solar debe ser capaz de disipar toda la energía procedente de los captadores solares hacia el depósito de acumulación. Según el apartado 3.4.3 de la Sección HE4, del DB HE, cualquier intercambiador de calor existente entre el circuito de captadores y el sistema de suministro al consumo no debería reducir la eficiencia del captador debido a un incremento en la temperatura de funcionamiento de los captadores.

El CTE establece que, para el caso de intercambiador incorporado al acumulador, la relación entre la superficie útil de intercambio y la superficie total de captación no será inferior a 0,15.

$$S_{\text{util intercambio}} \geq 0,15 \times S_c \quad (3.10.3.6.1)$$

Dónde:

$$\begin{aligned} S_{\text{util intercambio}} &= \text{superficie útil del intercambiador interno, en m}^2 \\ S_c &= \text{superficie total de captadores instalados, en m}^2. \end{aligned}$$

Al igual que en el caso anterior, el CTE, en su documento básico HE establece que, para el caso de intercambiador independiente, la potencia mínima del intercambiador P, se determinará para las condiciones de trabajo en las horas centrales del día suponiendo una radiación solar de 1.000 W/m² y un rendimiento de la conversión de energía solar a calor del 50 %, cumpliéndose la condición:

$$P > 500 \times S_c \quad (3.10.3.6.2)$$

Dónde:

P = potencia mínima del intercambiador, en W

S_c = superficie de captación, en m^2 .

3.10.3.7 Circuito hidráulico

En el apartado 3.2.1 de la Sección HE4, del DB HE del CTE, se enumera, entre los sistemas que conforman la instalación solar térmica, un circuito hidráulico constituido por un conjunto de tuberías, bombas, válvulas, etc., que se encarga de establecer el movimiento del fluido caliente hasta el sistema de acumulación.

En las condiciones generales de la instalación, reguladas en el apartado siguiente se dice que las instalaciones se realizarán con un circuito primario y un circuito secundario independientes, con producto químico anticongelante, evitándose cualquier tipo de mezcla de los distintos fluidos que pueden operar en la instalación.

El Apéndice A, Terminología, de la Sección HE4, recoge las siguientes definiciones:

- Circuito primario: circuito del que forman parte los captadores y las tuberías que los unen, en el cual el fluido recoge la energía solar y la transmite.
- Circuito secundario: circuito en el que se recoge la energía transferida del circuito primario para ser distribuida a los puntos de consumo.
- Circuito de consumo: circuito por el cual circula agua de consumo.

El apartado 3.3.5.1 de la Sección HE4, del DB HE, dice que debe concebirse inicialmente un circuito hidráulico de por sí equilibrado, y si no fuera posible, el flujo debe ser controlado por válvulas de equilibrado.

Además del diseño de los distintos ramales, para que resulten de longitud sensiblemente igual, el punto 4 del apartado 3.3.3.2, de la Sección HE4, del DB

HE, recomienda el retorno invertido para la conexión entre captadores y entre filas. En cuanto al diseño de los tramos el CTE establece que con objeto de evitar pérdidas térmicas, la longitud de las tuberías del sistema debe ser tan corta como sea posible y evitar al máximo los codos y pérdidas de carga en general.

3.10.3.7.1 Circuito hidráulico primario

La Sección HE4, del DB HE, establece en el apartado 3.3.2.2 las condiciones que deben cumplir las conexiones de los captadores:

- Se debe prestar especial atención a la estanquidad y durabilidad de las conexiones del captador.
- Los captadores se dispondrán en filas constituidas, preferentemente, por el mismo número de elementos.

Las filas de captadores se pueden conectar entre sí en paralelo, en serie o en serie-paralelo, debiéndose instalar válvulas de cierre, en la entrada y salida de las distintas baterías de captadores y entre las bombas, de manera que puedan utilizarse para aislamiento de estos componentes en labores de mantenimiento, sustitución, etc.

En nuestro caso realizaremos el conexionado de los 4 captadores en serie, circulando por todo el circuito el mismo caudal, el cual dependerá del caudal nominal especificado por el fabricante de cualquiera de los captadores puesto que son todos iguales.

El caudal del circuito primario se calcula a partir del caudal unitario por m^2 del captador, de su superficie y del número de ellos. El apartado 3.3.5.1 de la Sección HE4, del DB HE del CTE, establece que el caudal del fluido portador se determinará de acuerdo con las especificaciones del fabricante como consecuencia del diseño de su producto. En su defecto su valor estará comprendido entre 1,2 l/s y 2 l/s por cada 100 m^2 de red de captadores, lo que equivale a 43,2 l/hm² y 72 l/hm², respectivamente.

También dice el mismo apartado 3.3.5.1 de la Sección HE4 que, en las instalaciones en las que los captadores estén conectados en serie, el caudal de la instalación se obtendrá aplicando el criterio anterior y dividiendo el resultado por el número de captadores en serie

El caudal se calcula con la siguiente fórmula:

$$Q = Q_{\text{captador}} \times A \times N \quad (3.10.3.7.1.1)$$

Dónde:

- Q = Caudal total del circuito primario, en l/h.
 Q_{captador} = Caudal unitario del captador, en l/(h·m²).
 A = Superficie de un captador solar, en m².
 N = Nº de captadores en paralelo, entendiendo que el caudal de una serie equivale a un único captador.

El dimensionado de las tuberías del circuito primario se realiza de la forma habitual de cualquier circuito hidráulico, según las leyes de la dinámica de fluidos en los tubos de sección constante.

3.10.4 INSTALACIÓN OBJETO

3.10.4.1 Colectores solares

El colector solar empleado tendrá las siguientes características:

Características	Datos
Medidas	1738x1218x98mm
Superficie	2,12 m ² bruto, 2,00 m ² apertura
Peso	38 kg
Rendimiento	n ₀ = 79,4 %
	k ₁ = 3,24 W/m ² K
	k ₂ = 0,0161 W/m ² K
Absorción	95%
Transmisión	91%
Coefficiente óptico (η_{GA})	0,74
Coefficiente pérdidas (a_{1A})	4,27
Coefficiente pérdidas (a_{2A})	0,017
Conexiones	4 x ø22mm
Presión máxima de trabajo	5 bar
Caudal recomendado	20 – 60,7 l/h·m ²
Temperatura máxima de trabajo	115°C
Pérdida de carga	130 l/h
	225 l/h

Tabla 3.10.4.1 Características del colector solar

3.10.4.2 Tuberías

Como todos los colectores solares son iguales y están conectados en serie, por ellos siempre circulará el mismo caudal, de modo que aplicando el caudal recomendado por el fabricante, entre 20 y 60,7 l/h m², como tenemos 4 colectores de 2 m² la superficie total es de 8 m² entonces el caudal recomendado es de 160 l/h a 485,6 l/h.

Se establece en el apartado 3.3.5.2 del DB HE, sección HE4 las condiciones que deben cumplir las tuberías:

El sistema de tuberías y sus materiales deben ser tales que no exista posibilidad de formación de obturaciones o depósitos de cal para las condiciones de trabajo.

Con objeto de evitar pérdidas térmicas, la longitud de tuberías del sistema deberá ser tan corta como sea posible y evitar al máximo los codos y pérdidas de carga en general. Los tramos horizontales tendrán siempre una pendiente mínima del 1% en el sentido de la circulación.

3.10.4.3 Bomba

Las bombas deben vencer la resistencia que opone el fluido a su paso por la tubería, no la presión hidrostática porque la columna de agua ejerce fuerza tanto en el sentido de impulsión como en el de aspiración, anulándose sus efectos.

Los dos valores característicos de una bomba de circulación son la altura manométrica H que proporciona la bomba o pérdida de carga que es capaz de vencer, y el caudal de circulación Q, cuya relación viene determinado por su curva característica, propia de cada aparato y que debe suministrar el fabricante.

3.10.4.4 Vaso de expansión

Respecto a su posición en el circuito, el apartado 3.3.5.4 de la Sección HE4, del DB HE del CTE, indica que los vasos de expansión se conectarán preferentemente en la aspiración de la bomba, y que la altura a la que se situarán los vasos de expansión abiertos será tal que asegure que el fluido no se desborda y no se introduce aire en el circuito primario. La conexión al circuito primario debe realizarse de forma directa, sin intercalar ninguna válvula o elemento de cierre que pueda

aislar el vaso de expansión del circuito que debe proteger.

3.10.4.5 Purgas de aire

El CTE establece que en los puntos altos de la salida de baterías de captadores y en todos aquellos puntos de la instalación donde pueda quedar aire acumulado, se colocarán sistemas de purga constituidos por botellines de desaireación y purgador manual o automático. El volumen útil del botellín será superior a 100 cm³. Este volumen podrá disminuirse si se instala a la salida del circuito solar y antes del intercambiador un desaireador con purgador automático.

En el caso de utilizar purgadores automáticos, adicionalmente, se colocarán los dispositivos necesarios para la purga manual.

3.10.4.6 Circuito hidráulico secundario

El circuito secundario es obligatorio, de acuerdo con el apartado 3.2.2, de la Sección HE4, del DB HE del CTE, evitándose cualquier tipo de mezcla de los distintos fluidos que pueden operar en la instalación. El circuito secundario va del intercambiador externo al acumulador, o del interacumulador a la instalación de apoyo de energía convencional auxiliar, dependiendo del esquema de la instalación. En el primer caso será necesario un circuito terciario, pero es un sistema más eficiente energéticamente.

3.10.4.7 Sistema de energía convencional auxiliar

Para asegurar la continuidad en el abastecimiento de la demanda térmica, el DB HE del CTE en el apartado 3.3.6, de la Sección HE4, establece que las instalaciones de energía solar deben disponer de un sistema de energía convencional auxiliar, con la limitación de que queda prohibido su uso en el circuito primario de captadores.

El sistema convencional auxiliar se diseñará para cubrir el servicio como si no se dispusiera del sistema solar. Sólo entrará en funcionamiento cuando sea estrictamente necesario y de forma que se aproveche lo máximo posible la energía extraída del campo de captación.

3.10.4.8 Sistema de control

El concepto básico es favorecer el uso prioritario de la energía solar frente a la auxiliar, y no al revés. El DB HE del CTE en el apartado 3.3.7, Sistema de control, de la Sección HE4, establece las condiciones que debe cumplir este componente de la instalación, tal como se reproduce a continuación:

1. El sistema de control asegurará el correcto funcionamiento de las instalaciones, procurando obtener un buen aprovechamiento de la energía solar captada y asegurando un uso adecuado de la energía auxiliar. El sistema de regulación y control comprenderá el control de funcionamiento de los circuitos y los sistemas de protección y seguridad contra sobrecalentamientos, heladas, etc.
2. En circulación forzada, el control de funcionamiento normal de las bombas del circuito de captadores, deberá ser siempre de tipo diferencial y, en caso de que exista depósito de acumulación solar, deberá actuar en función de la diferencia entre la temperatura del fluido portador en la salida de la batería de los captadores y la del depósito de acumulación. El sistema de control actuará y estará ajustado de manera que las bombas no estén en marcha cuando la diferencia de temperaturas sea menor de 2 °C y no estén paradas cuando la diferencia sea mayor de 7 °C. La diferencia de temperaturas entre los puntos de arranque y de parada del termostato diferencial no será menor que 2 °C.
3. Las sondas de temperatura para el control diferencial se colocarán en la parte superior de los captadores de forma que representen la máxima temperatura del circuito de captación. El sensor de temperatura de la acumulación se colocará preferentemente en la parte inferior en una zona no influenciada por la circulación del circuito secundario o por el calentamiento del intercambiador si éste fuera incorporado.
4. El sistema de control asegurará que en ningún caso se alcancen temperaturas superiores a las máximas soportadas por los materiales, componentes y tratamientos de los circuitos.
5. El sistema de control asegurará que en ningún punto la temperatura del fluido de trabajo descienda por debajo de una temperatura tres grados superior a la de congelación del fluido.

6. Alternativamente al control diferencial, se podrán usar sistemas de control accionados en función de la radiación solar.
7. Las instalaciones con varias aplicaciones deberán ir dotadas con un sistema individual para seleccionar la puesta en marcha de cada una de ellas, complementado con otro que regule la aportación de energía a la misma. Esto se puede realizar por control de temperatura o caudal actuando sobre una válvula de reparto, de tres vías, todo o nada, bombas de circulación, o por combinación de varios mecanismos.

3.10.4.9 Sistema de medida

El apartado 3.3.8 de la Sección HE4 establece la obligatoriedad, a efectos de comprobación futura del rendimiento de la instalación, de instalar además de los aparatos de medida de presión y temperatura que permitan la correcta operación, para el caso de instalaciones mayores de 20 m² al menos de un sistema analógico de medida local y registro de datos que indique como mínimo las siguientes variables:

- a) Temperatura de entrada agua fría de red.
- b) Temperatura de salida acumulador solar.
- c) Caudal de agua fría de red.

El tratamiento de los datos proporcionará al menos la energía solar térmica acumulada a lo largo del tiempo.

Dependiendo de la instalación pueden aparecer otros mecanismos, como, por ejemplo, contadores divisionarios de agua caliente sanitaria.

**TÍTULO: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE GRANJA DESTINADA A
VACUNO CON APOORTE DE ENERGÍA RENOVABLE**

ANEXO XI: INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA

PETICIONARIO: ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA

AVDA. 19 DE FEBRERO, S/N

15405 - FERROL

FECHA: SEPTIEMBRE 2014

AUTOR: IVAN GARCIA REBOREDO

Fdo.: Iván García Reboredo

ANEXO XI: INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA.....	1
3.11 INSTALACIÓN RENOVABLE	4
3.11.1 OBJETO DEL ANEXO	4
3.11.2 NORMATIVA CUMPLIDA	4
3.11.3 CÁLCULO DE LA ENERGÍA Y POTENCIA DE LA GRANJA	5
3.11.4 RADIACIÓN DIRECTA, DIFUSA Y GLOBAL	6
3.11.5 MÉTODO DE CÁLCULO DE LA IRRADIANCIA	10
3.11.5.1 Cálculo de la irradiancia directa	10
3.11.5.2 Cálculo de la irradiancia difusa	11
3.11.5.3 Irradiancia del albedo	12
3.11.5.4 Irradiancia global	12
3.11.5.5 Ejemplo de cálculo de irradiancia para el mes diciembre	12
3.11.5.6 Resultados obtenidos	15
3.11.6 POTENCIA REAL DE LOS PANELES	15
3.11.6.1 Hoja de características del panel y temperatura ambiente	15
3.11.6.2 Método de cálculo de la potencia real de los paneles	16
3.11.6.3 Ejemplo de cálculo de la potencia real para el mes de diciembre ..	21
3.11.6.4 Resultados de la potencia real para el resto de meses	24
3.11.7 INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA	25
3.11.7.1 Calculo los paneles necesarios	25
3.11.7.2 Distancia mínima entre los paneles y distribución	26
3.11.7.3 Componentes	29
3.11.7.3.1 Paneles.....	29
3.11.7.3.2 Inversores	29
3.11.7.3.3 Baterías	30
3.11.7.4 Intensidades calculadas	32
3.11.7.5 Pérdida de potencia.....	32

3.11.8 TABLA DE SECCIONES DE RENOVABLES	34
3.11.9 TABLA DE PÉRDIDA DE POTENCIA	35
3.11.10 ESTUDIO ECONÓMICO APROXIMADO	36

3.11 INSTALACIÓN RENOVABLE

3.11.1 OBJETO DEL ANEXO

El objeto de este estudio es realizar el dimensionado básico, el cálculo de prestaciones energéticas y la descripción funcional de una instalación de aprovechamiento de energía solar mediante un sistema solar fotovoltaico. También se presenta un estudio económico aproximado de la instalación. A partir de esta información básica se analiza la rentabilidad económica de la instalación.

Hay multitud de razones para el uso de energía renovables las más importantes son:

- Reducir la dependencia de recursos energéticos externos.
- Disminuir el impacto ambiental.
- Propiciar el ahorro de energía.
- Disminución de los costes de la producción.
- Obtener beneficios para la empresa.

3.11.2 NORMATIVA CUMPLIDA

Real Decreto 1578/2008, de 26 de septiembre, de retribución de la actividad de producción de energía eléctrica mediante tecnología solar fotovoltaica.

Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones Conectadas a Red. PCT-C-REV - julio 2011.

Ordenanzas municipales del ayuntamiento donde se ejecute la obra.

Normas particulares de la compañía suministradora.

Cualquier otra normativa y reglamentación de obligado cumplimiento para este tipo de instalaciones.

3.11.3 CÁLCULO DE LA ENERGÍA Y POTENCIA DE LA GRANJA

Calculamos la energía y la potencia que puede consumir nuestra granja en un momento dado:

Consumos luz	Número	Potencia(W)	Potencia total (W)	Horas	Energía total (Wh)
Cuadras	20	51	1020	6	6120
Zona enfriado	8	51	408	1	408
Sala ordeñadora	14	51	714	3	2142
Baño masculino	3	11	33	1	33
Baño femenino	3	11	33	1	33
Vestuario masculino	3	26	78	2	156
Vestuario femenino	3	26	78	2	156
Oficina	4	51	204	4	816
Pasillo	3	51	153	1	153
Almacén	2	51	102	2	204
Energía total			2823		10221

Tabla 3.11.3.1 – Potencia y energía del alumbrado.

Consumos maquinaria	Número	Potencia(W)	Potencia total (*)	Horas	Energía total (Wh)
Tanque de frio	2	7400	11840	3	44400
Motor ordeñadora	1	4000	3200	3	12000
Grupo de vacío	1	4000	3200	3	12000
Arrobadera hidráulica 1	1	2500	2000	0,5	1250
Arrobadera hidráulica 2	1	3000	2400	0,5	1500
Energía total			22640		71150

Tabla 3.11.3.2 – Potencia y energía de la maquinaria.

(*)Nota: Hemos supuesto que las máquinas no trabajan al 100% de la potencia por eso hemos multiplicado todos los valores por 0,8.

Energía total instalación (Wh)	81371
Potencia total (W)	25463

Tabla 3.11.3.3 – Potencia y energía totales.

3.11.4 RADIACIÓN DIRECTA, DIFUSA Y GLOBAL

Para obtener los valores de radiación global diaria en una superficie horizontal $G(0)$, el valor de la radiación directa diaria $B(0)$ y el valor de la radiación difusa diaria $D(0)$ en unos intervalos de horas, entramos en la página de pvgis y los valores que obtuvimos fueron:

- Enero:

Horas	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00
D(0)	63	100	124	136	139	134	119	92	41
B(0)	15	56	95	121	129	116	86	45	7
G(0)	78	156	219	257	268	250	205	137	48

Tabla 3.11.4.1 – Radiación difusa, directa y global.

- Febrero:

Horas	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00
D(0)	32	84	120	143	154	157	152	138	113	73	16
B(0)	4	54	123	182	222	233	215	169	105	37	0
G(0)	36	138	243	325	376	390	367	307	218	110	16

Tabla 3.11.4.2 – Radiación difusa, directa y global.

- Marzo:

Horas	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00
D(0)	81	127	156	172	179	181	178	169	150	117	67
B(0)	4	107	144	239	281	292	273	223	151	66	0
G(0)	85	234	300	411	460	473	451	392	301	183	67

Tabla 3.11.4.3 – Radiación difusa, directa y global

- Abril:

Horas	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00
D(0)	65	121	161	185	197	203	204	202	195	180	152	109	48
B(0)	22	56	128	196	323	330	342	322	271	195	105	24	5
G(0)	87	177	289	381	520	533	546	524	466	375	257	133	53

Tabla 3.11.4.4 – Radiación difusa, directa y global.

- Mayo:

Horas	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00
D(0)	36	102	154	190	212	223	227	228	227	221	208	182	142	87	18
B(0)	4	49	128	214	303	360	412	427	403	355	282	196	107	33	0
G(0)	40	151	282	404	515	583	639	655	630	576	490	378	249	120	18

Tabla 3.11.4.5 – Radiación difusa, directa y global.

- Junio:

Horas	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00
D(0)	52	109	154	185	203	212	216	217	215	211	199	178	144	96	37
B(0)	12	73	165	266	360	435	481	493	472	418	338	241	140	54	4
G(0)	64	182	319	451	563	647	697	710	687	629	537	419	284	150	41

Tabla 3.11.4.6 – Radiación difusa, directa y global.

- Julio:

Horas	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00
D(0)	45	102	146	176	194	203	206	207	206	201	191	170	136	88	29
B(0)	9	72	169	276	375	453	501	515	492	436	351	249	143	52	0
G(0)	54	174	315	452	569	656	707	722	698	637	542	419	279	140	29

Tabla 3.11.4.7 – Radiación difusa, directa y global.

- Agosto:

Horas	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00
D(0)	74	125	161	183	195	200	201	199	193	179	153	114	59
B(0)	18	100	211	317	401	454	469	445	381	292	183	64	11
G(0)	92	225	372	500	596	654	670	644	574	471	336	178	70

Tabla 3.11.4.8 – Radiación difusa, directa y global.

- Septiembre:

Horas	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00
D(0)	26	81	121	147	162	169	171	168	159	142	112	68	10
B(0)	4	39	150	264	359	418	435	407	338	236	121	17	0
G(0)	30	120	271	411	521	587	606	575	497	378	233	85	10

Tabla 3.11.4.9 – Radiación difusa, directa y global.

- Octubre:

Horas	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00
D(0)	47	96	130	150	160	162	158	146	123	86	32
B(0)	13	76	150	215	257	269	249	201	132	57	0
G(0)	60	172	280	365	417	431	407	347	255	143	32

Tabla 3.11.4.10 – Radiación difusa, directa y global.

- Noviembre:

Horas	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00
D(0)	58	95	118	130	133	127	113	87	47
B(0)	23	73	121	152	162	147	110	60	13
G(0)	81	168	239	282	295	274	223	147	60

Tabla 3.11.4.11 – Radiación difusa, directa y global.

- Diciembre:

Horas	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00
D(0)	50	102	128	141	145	139	122	93	38
B(0)	13	55	98	126	134	121	89	44	0
G(0)	63	157	226	267	279	260	211	137	38

Tabla 3.11.4.12 – Radiación difusa, directa y global.

3.11.5 MÉTODO DE CÁLCULO DE LA IRRADIANCIA

Para diseñar cualquier sistema de energía solar es preciso conocer los valores de las diferentes componentes de la radiación incidente sobre una superficie receptora. Por ello calcularemos los valores de la irradiancia global.

La irradiancia se define como la densidad de potencia incidente en una superficie, o, en otras palabras, a la energía incidente en una superficie por unidad de tiempo. La irradiancia se mide en kW/m².

Para calcular esta componente hemos seguido los siguientes pasos:

3.11.5.1 Cálculo de la irradiancia directa

La irradiación directa se calculará con la siguiente fórmula:

$$B_{\perp} = B(0) / \cos\theta_{zs} \quad (3.11.5.1.1)$$

Para poder obtener la fórmula anterior necesitamos todos los parámetros que se definen a continuación:

- Distancia cenital:

$$\cos\theta_{zs} = \sin\delta \sin\phi + \cos\delta \cos\phi \cos\omega \quad (3.11.5.1.2)$$

- Declinación Solar:

$$\delta (^{\circ}) = 23,45\sin(360 * (dn + 284) / 365) \quad (3.11.5.1.3)$$

- Tiempo solar verdadero u hora solar:

$$\omega \text{ (horas)} = TO - 12 + ET - AO - (LL - LH) / 15 \quad (3.11.5.1.4)$$

- Ecuación del tiempo:

$$ET \text{ (mín)} = (-0,000075 + 0,001868\cos\Gamma - 0,032077\sin\Gamma - 0,014615\cos 2\Gamma - 0,04089\sin 2\Gamma) * 229,18 \quad (3.11.5.1.5)$$

- Angulo diario:

$$\Gamma = (2\pi / 365) * (dn - 1) \quad (3.11.5.1.6)$$

Además de las anteriores fórmulas también es necesario definir las siguientes magnitudes para una zona de Coruña:

- Latitud del lugar (ϕ): 43,3716°.
- Inclinación de la superficie receptora (β): 43°.
- Meridiano origen del huso horario (LL): 0.
- Longitud de un punto de Coruña (LH): -8,4447.
- Adelanto oficial sobre el huso horario (AO): 1.
- Tiempo oficial del lugar (TO): Es la hora que marca el reloj.
- Número de orden del día (dn): Varía entre 1 y 365 desde el primero de enero hasta el 31 de diciembre.

3.11.5.2 Cálculo de la irradiancia difusa

Para este cálculo hemos empleado el método de Hay y Davies, que consiste en considerar dos zonas en el cielo como fuentes diferentes de radiación, por un lado, el hemisferio celeste entero emitiendo isotrópicamente y responsable de una fracción $(1 - k_2)$ de la irradiancia difusa sobre una superficie horizontal, y por otro, una región circumsolar, emitiendo unidireccionalmente y responsable de la fracción restante, k_2 , de la irradiación difusa horizontal.

La irradiación difusa se calculará con la siguiente fórmula:

$$D(\beta, \alpha) = D_I(\beta, \alpha) + D_C(\beta, \alpha) \quad (3.11.5.2.1)$$

Para poder obtener la anterior fórmula necesitamos los siguientes parámetros:

- Región isotrópica:

$$D_I(\beta, \alpha) = D(0) * (1 - k_2) * (1 + \cos\beta) / 2 \quad (3.11.5.2.2)$$

- Región circumsolar

$$D_C(\beta, \alpha) = (D(0) * k_2 / \cos\theta_{ZS}) \max(0, \cos\theta_S) \quad (3.11.5.2.3)$$

- El factor de modulación k_2 se denomina índice de anisotropía:

$$k_2 = B_L / (I_0 * \epsilon_0) \quad (3.11.5.2.4)$$

- Variación de la distancia entre el Sol y la Tierra a lo largo del año:
$$\varepsilon_0 = 1 + 0,033 \cos(360 \text{ dn} / 365) \quad (3.11.5.2.5)$$

Además de las anteriores fórmulas también es necesario definir la siguiente magnitud:

- Constante solar (I_0): 1367 w/m^2 .

3.11.5.3 Irradiancia del albedo

La irradiación del albedo se calculará con la siguiente fórmula:

$$R(\beta, \alpha) = G(0) * (1 - \cos\beta) \rho / 2 \quad (3.11.5.3.1)$$

Es necesario definir la siguiente magnitud:

- Reflectividad del suelo (ρ): 0,2.

3.11.5.4 Irradiancia global

Una vez hayamos calculado la irradiancia directa, la difusa y la de albedo podremos calcular la irradiancia global con la fórmula:

$$G(\beta, \alpha) = B(\beta, \alpha) + D(\beta, \alpha) + R(\beta, \alpha) \quad (3.11.5.4.1)$$

3.11.5.5 Ejemplo de cálculo de irradiancia para el mes diciembre

Comprobamos los resultados obtenidos para el mes de diciembre que es el que ha resultado ser el mes más desfavorable.

- Datos:

Horas	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00
D(0)	50	92	118	131	135	129	112	83	38
B(0)	13	55	98	126	134	121	89	44	0
Φ	43,3716	43,3716	43,3716	43,3716	43,3716	43,3716	43,3716	43,3716	43,3716
P	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
B	43	43	43	43	43	43	43	43	43
LH	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TO	8	9	10	11	12	13	14	15	16
LL	-8,4447	-8,4447	-8,4447	-8,4447	-8,4447	-8,4447	-8,4447	-8,4447	-8,4447
AO	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Io	1367	1367	1367	1367	1367	1367	1367	1367	1367
Dn	350	350	350	350	350	350	350	350	350

Tabla 3.11.5.5.1 – Magnitudes para el mes de diciembre.

- Resultados:

Δ°	23,37	23,37	23,37	23,37	23,37	23,37	23,37	23,37	23,37
Γ	6,01	6,01	6,01	6,01	6,01	6,01	6,01	6,01	6,01
ET(min)	4,44	4,44	4,44	4,44	4,44	4,44	4,44	4,44	4,44
Ω	65,44	50,44	35,44	20,44	5,44	9,56	24,56	39,56	54,56
$\cos(\vartheta_{zs})$	0,55	0,70	0,82	0,90	0,94	0,93	0,88	0,79	0,66
E_o	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03
B_L	23,65	78,87	120,09	140,36	143,06	130,05	101,21	55,92	0,00
K_2	0,02	0,06	0,09	0,10	0,10	0,09	0,07	0,04	0,00
$DI(\beta, \alpha)$	44,47	78,56	97,65	106,70	109,73	105,93	94,04	72,10	34,37
$Dc(\beta, \alpha)$	1,52	7,38	12,31	14,52	14,62	12,78	9,14	4,18	0,00
$D(\beta, \alpha)$	45,99	85,94	109,96	121,22	124,34	118,71	103,18	76,28	34,37
$G(0)$	63,00	147,00	216,00	257,00	269,00	250,00	201,00	127,00	38,00
$R(\beta, \alpha)$	1,20	2,81	4,13	4,91	5,14	4,77	3,84	2,43	0,73
$G(\beta, \alpha)$	70,84	167,62	234,17	266,49	272,54	253,53	208,23	134,62	35,10

Tabla 3.11.5.5.2 – Parámetros para el mes de diciembre

Con la tabla anterior podemos hallar los valores de irradiancia directa media:

$$\text{Irradiancia directa media} = (70,84 + 167,62 + 234,17 + 266,49 + 272,54 + 253,53 + 208,23 + 134,62 + 35,10) / 9 = 187,56 \text{ kW} / \text{m}^2$$

$$\text{Irradiación directa total} = 70,84 + 167,62 + 234,17 + 266,49 + 272,54 + 253,53 + 208,23 + 134,62 + 35,10 = 1688,04 \text{ Kw h} / \text{m}^2$$

Se aplican los mismos pasos para el resto de meses y los resultados obtenidos son los que se ven a continuación:

3.11.5.6 Resultados obtenidos

	Irradiancia directa media	G (media)	Irradiación directa total	G(total)	K
Enero	188,55	170,89	1696,99	1538	1,1
Febrero	271,23	229,64	2983,54	2526	1,18
Marzo	418,19	308,91	4600,05	3398	1,35
Abril	434,68	333,92	5650,85	4341	1,3
Mayo	472,77	382	7091,57	5730	1,24
Junio	516,14	425,33	7742,03	6380	1,21
Julio	533,73	426,2	8005,97	6393	1,25
Agosto	548,38	414	7128,9	5382	1,32
Septiembre	501,47	332,62	6519,07	4324	1,51
Octubre	324,79	264,45	3572,73	2909	1,23
Noviembre	211,59	196,56	1904,27	1769	1,08
Diciembre	187,56	174,22	1688,04	1568	1,08

Tabla 3.11.5.6.1 – Irradiancia e irradiación durante todo el año.

3.11.6 POTENCIA REAL DE LOS PANELES

3.11.6.1 Hoja de características del panel y temperatura ambiente

Calculamos la potencia real que nos suministran nuestros paneles para ello necesitamos:

- La temperatura ambiente, que se obtuvo del pdf de IDAE.
- Los valores de la hoja de características del panel.

Temperatura ambiente media durante las horas de sol en La Coruña, en ° C.
(Fuente: CENSOLAR):

ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	AÑO
12	12	14	14	16	19	20	21	20	17	14	12	15,9

Tabla 3.11.6.1.1 – Temperatura ambiente Coruña.

Características del panel:

Los paneles usados son BlueSolar SPM280-24 de 280 W

Paneles BlueSolar	SPM280-24
Tamaño de módulo (mm)	1956x992x50
Tamaño de cristal (mm)	1950x986
Potencia Nominal (PMPP) W	280
Voltaje máx. potencia (VMPP) V	36
Corriente max. Potencia (IMPP) A	7,78
Circuito abierto (VOC) V	43,2
Cortocircuito (ISC) A	8,552
Potencia Nominal (PMPP) W	280 W
Número de celdas en serie	72
Coef. Temperatura ISC (%)	+ 0,05 / °C
Coef. Temperatura VOC (%)	- 0,34 / °C
Coef. Temperatura PMPP (%)	- 0,48 / °C
Coef. Temperatura IMPP (%)	+ 0,06 / °C
Coef. Temperatura VMPP (%)	- 0,34 / °C

*Datos eléctricos según condiciones estándar de test: 1000W/m², 25°C, AM (Air Mass): 1,5)

Tabla 3.11.6.1.2 – Hoja de características del panel.

3.11.6.2 Método de cálculo de la potencia real de los paneles

Para poder calcular la potencia real de los paneles necesitamos definir primero los siguientes conceptos:

- Curva característica:

Es la representación típica de la característica de salida de un dispositivo fotovoltaico. La corriente y tensión a la cual opera el dispositivo fotovoltaico están determinadas por la radiación solar incidente, por la temperatura ambiente, y por las características de la carga conectadas al mismo.

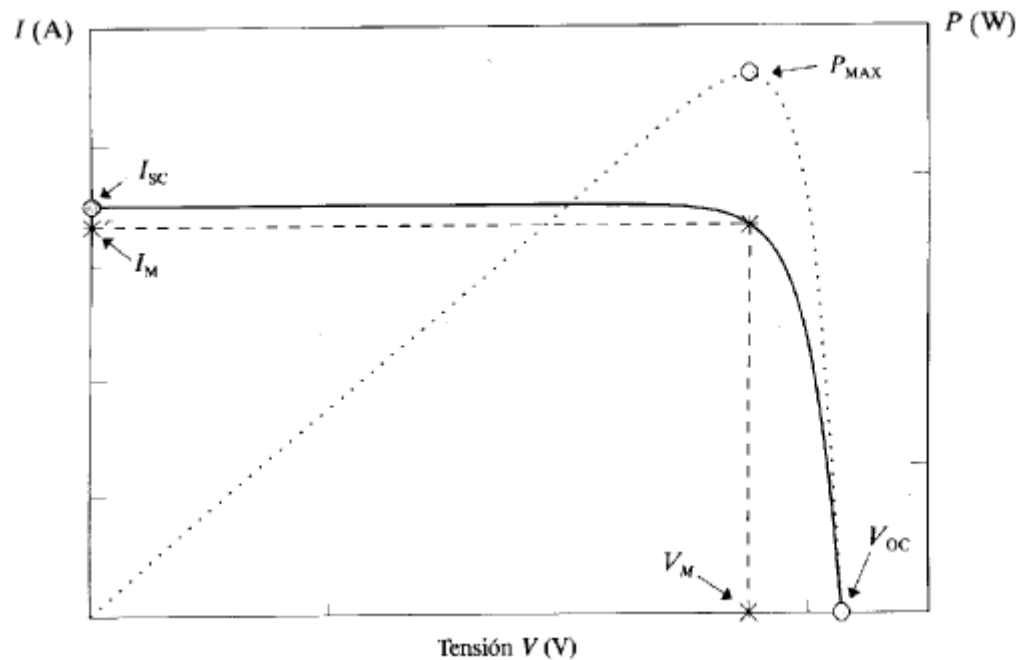


Figura 3.11.6.2.1 – Punto de máxima potencia y otros parámetros de funcionamiento.

Los valores trascendentes de esta curva son:

Corriente de cortocircuito (I_{sc}): Máxima corriente que puede entregar un dispositivo bajo condiciones determinadas de radiación y temperatura correspondiendo a tensión nula y consecuentemente a potencia nula.

Tensión de circuito abierto (V_{oc}): Máxima tensión que puede entregar un dispositivo bajo condiciones determinadas de radiación y temperatura correspondiendo a circulación de corriente nula y consecuentemente a potencia nula.

Potencia Pico (P_{mp}) Es el máximo valor de potencia que puede entregar el dispositivo. Corresponde al punto de la curva en el cual el producto $V \times I$ es máximo.

Corriente a máxima potencia (I_m): Corriente que entrega el dispositivo a potencia máxima bajo condiciones determinadas de radiación y temperatura.

Tensión a máxima potencia (V_M): tensión que entrega el dispositivo a potencia máxima bajo condiciones determinadas de radiación y Temp.

- Factor de forma:

Este cociente, llamado factor de forma o factor de llenado, suele utilizarse como cuantificación de la forma de la curva característica. El factor de forma es un parámetro de gran utilidad práctica, que varía poco de unos dispositivos a otros y que toma valores que se sitúan alrededor de 0,7 - 0,8.

Se expresa con la fórmula:

$$FF = \frac{V_M * I_M}{V_{OC} * I_{SC}} \quad (3.11.6.2.1)$$

Haciendo uso de la definición del factor de forma, la potencia máxima entregada por la célula puede escribirse como:

$$P_M = FF I_{SC} V_{OC} \quad (3.11.6.2.2)$$

Definiendo una resistencia y un voltaje normalizados como:

$$- r_s = \frac{R_s * I_{SC}}{V_{OC}} < 0,4 \quad (3.11.6.2.3)$$

R_s = Resistencia serie.

$$- O_{OC} = \frac{V_{OC}}{V_t} > 15 \quad (3.11.6.2.4)$$

Dónde:

$$- v_t = \frac{K * T}{e} = 25 \text{ mV a } 300 \text{ } ^\circ K \quad (3.11.6.2.5)$$

K = Temperatura célula en grados kelvin.

T = Temperatura ambiente.

e = Valor constante para el que usaremos el valor de 300 $^\circ K$.

Podemos obtener una expresión empírica que describe adecuadamente esta

relación:

$$FF = \frac{V_M * I_M}{V_{OC} * I_{SC}} = FF_0 * (1 - r_s) \quad (3.11.6.2.6)$$

Dónde:

$$FF_0 = \frac{O_{OC} - \ln(O_{OC} + 0,72)}{O_{OC} + 1} \quad (3.11.6.2.7)$$

- Condiciones estándares y TONC:

El comportamiento eléctrico de un módulo fotovoltaico, es decir, su característica I - V , bajo unas determinadas condiciones de iluminación y temperatura, puede obtenerse a partir de la información característica que, conjuntamente con el módulo, debe suministrar el fabricante y que está constituida por varios parámetros obtenidos en unas condiciones estándares de medida, de uso universal y definidas como sigue:

Irradiancia 100 mW/cm² (o 1 kW/m²).

Distribución espectral AM 1,5.

Temperatura de la célula 25 °C.

La caracterización del módulo se completa con la medida de la Temperatura de Operación Nominal de la Célula, TONC, definida como la temperatura que alcanzan las células solares cuando se somete al módulo a las siguientes condiciones de operación:

Irradiancia 80 mW/cm² (u 800 W/m²).

Distribución espectral AM 1,5.

Temperatura del ambiente 20 °C.

Velocidad del viento 1 m / s.

- Comportamiento en condiciones cualesquiera de operación:

Bajo los supuestos establecidos en el apartado anterior el conocimiento de los cuatro parámetros mencionados es suficiente para calcular la curva I-V del módulo en cualquier condición de operación definida por un valor de irradiancia, G, y un valor de temperatura ambiente, Ta.

Para abordar este cálculo, un buen compromiso entre sencillez y exactitud consiste en aceptar como válidas las siguientes hipótesis:

- La corriente de cortocircuito de una célula solar depende exclusivamente de la irradiancia y a través de una función lineal.

$$I_{sc}(G) = C_1 G(\beta, \alpha) \quad (3.11.6.2.8)$$

Dónde C1 es una constante de valor:

$$C_1 = I_{SC}(100 \text{ mW /cm}^2) / 100 \text{ mW /cm}^2$$

- El voltaje de circuito abierto de un módulo depende exclusivamente de la temperatura de sus células solares, TC, y en el margen de condiciones reales de operación:

$$\frac{dV_{oc}}{dT_c} = -2,3 \text{ mV / } ^\circ\text{C} \quad (3.11.6.2.9)$$

- La temperatura de trabajo de las células depende exclusivamente de la irradiancia y de la temperatura ambiente, según la función lineal:

$$T_c - T_a = r_T G(\beta, \alpha) \quad (3.11.6.2.10)$$

Dónde rT es la resistividad térmica, una constante de valor:

$$r_T = \frac{T_{ONC}(^\circ\text{C}) - 20}{80 \text{ mW /cm}^2} \quad (3.11.6.2.11)$$

Tc = Temperatura célula.

Ta = Temperatura ambiente.

- La resistencia serie es una característica de las células solares, independiente de las condiciones particulares de operación. Interesa notar que su valor viene dado por la expresión:

$$R_s = \left(1 - \frac{FF}{FF_0}\right) * \frac{V_o}{I_{sc}} \quad (3.11.6.2.12)$$

- Para cambiar a condiciones TONC necesitamos las siguientes ecuaciones:

$$I_{sc} = I_{sc}^* * \frac{G}{G^*} + \alpha * (T_c - T_c^*) \quad (3.11.6.2.13)$$

$$V_{oc} = V_{oc}^* * m v_t * \ln \frac{G}{G^*} + \beta * (T_c - T_c^*) \quad (3.11.6.2.14)$$

Dónde:

α = Coeficiente de temperatura I_{sc} .

β = Coeficiente de temperatura V_{oc} .

3.11.6.3 Ejemplo de cálculo de la potencia real para el mes de diciembre

Condiciones TONC		Condiciones operación		Condiciones estándar		Otros datos de interés	
G	800	G(β,α) = G	182,571	Gs	1000	Celdas serie (CS)	72
Ta	20	Taa	12	ISC	8,55	Potencia (P)	280
Tc	45			Voc	43,2		
				Tcc	25		

Tabla 3.11.6.3.1 – Condiciones de los paneles.

Procedemos a calcular la R_s :

$$V_{oc} = \frac{V_{oc}}{cs} = \frac{43,2}{72} = 0,6$$

$$P_{max} = \frac{P}{cs} = \frac{280}{72} = 3,89$$

$$FF = \frac{V_M * I_M}{V_{OC} * I_{SC}} = \frac{P_M}{V_{OC} * I_{SC}} = \frac{3,89}{0,6 * 8,55} = 0,7581$$

$$v_t = \frac{K * T}{e} = 25 \text{ mV a } 300^\circ K \rightarrow vt = \frac{(273 + 25) * 25}{300} = 24,83$$

$$O_{OC} = \frac{V_{OC}}{V_t} = \frac{0,6}{24,83} = 24,16 > 15$$

$$FF_0 = \frac{O_{OC} - \ln(O_{OC} + 0,72)}{O_{OC} + 1} = \frac{24,16 - \ln(24,16 + 0,72)}{24,16 + 1} = 0,8325$$

$$FF = FF_0 * (1 - r_s) \rightarrow r_s = 1 - \frac{0,7581}{0,8325} = 0,0894 < 0,4$$

$$R_s = \frac{r_s * V_{OC}}{I_{SC}} = \frac{0,0894 * 0,6}{8,55} = 0,00627 \text{ m}\Omega \rightarrow 6,27 \Omega$$

Hacemos un primer cambio de operaciones para obtener la potencia máxima:

$$I_{SC1} = \frac{G(\beta, \alpha) * I_{SC}}{G_s} = \frac{182,571 * 8,55}{1000} = 1,561$$

$$r_t = \frac{T_c - T_a}{G} = \frac{45 - 20}{800} = 0,0313$$

$$t_c = G(\beta, \alpha) * r_t + ta = (182,571 * 0,0313) + 20 = 17,7053$$

$$V_{OC1} = V_{OC} + (-0,0034) * (t_c - T_{cc}) = 0,6 + (-0,0034) * (17,7053 - 25) = 0,6248$$

$$v_{t1} = \frac{K * T}{e} = 25 \text{ mV a } 300^\circ K \rightarrow vt = \frac{(273 + 17,7053) * 25}{300} = 24,22$$

$$O_{OC1} = \frac{V_{OC}}{V_{t1}} = \frac{0,6248 * 1000}{25,79} = 25,79 > 15$$

$$FF_{01} = \frac{O_{OC1} - \ln(O_{OC1} + 0,72)}{O_{OC1} + 1} = \frac{25,79 - \ln(25,79 + 0,72)}{25,79 + 1} = 0,8403$$

$$r_{s1} = \frac{R_s * I_{SC1}}{V_{OC1}} = \frac{0,0063 * 1,561}{0,6248} = 0,0157 \text{ m}\Omega < 0,4$$

$$FF1 = FF_{01} * (1 - r_{s1}) = 0,8403 * (1 - 0,0157) = 0,8272$$

$$P_m = I_{SC1} * V_{OC1} * FF1 = 1,561 * 0,6248 * 0,8272 = 0,8062$$

Para saber la Potencia media real que tenemos necesitamos hacer un segundo cambio de condiciones, cambiamos a condiciones TONC para ello necesitamos:

Otros datos de interés	
Imp	7,78
Vmp	36
Coef. Temp. Isc	0,05
Coef. temp. Voc	0,34

Tabla 3.11.6.3.1 – Condiciones de los paneles.

$$C2 = \frac{G - T_a}{T_{cc}} = \frac{800 - 20}{25} = 0,00625$$

$$T_c = (C2 * G(\beta, \alpha)) + T_a = 13,1411$$

$$I_{SC2} = I_{SC}^* * \frac{(\beta, \alpha)}{G^*} + \alpha * (T_c - T_c^*) = 8,55 * \frac{182,57}{1000} + 0,05 * (13,14 - 12) = 1,56$$

$$v_{t2} = \frac{K * T}{e} = 25 \text{ mV a } 300^\circ K \rightarrow vt = \frac{(273 + 13,14) * 25}{300} = 23,84$$

$$V_{OC} = V_{OC}^* * mv_t \ln \frac{G}{G^*} + \beta * (T_c - T_c^*) = 0,6 * 23,84 \ln \frac{182,57}{1000} + 0,34 * (13,14 - 12) = 0,56$$

$$FF = \frac{I_{mp} * V_{mp}}{V_{OC} * I_{SC}} = \frac{7,78 * 36}{8,55 * 0,6 * 72} = 0,7583$$

$$r_{s2} = \frac{R_{s2} * I_{SC2}}{V_{OC2}} = \frac{0,0157 * 1,565}{0,56} = 0,0437$$

$$O_{OC2} = \frac{V_{OC2}}{V_{t2}} = \frac{0,56 * 1000}{25,79} = 23,55 > 15$$

$$FF_{02} = \frac{O_{OC2} - \ln(O_{OC2} + 0,72)}{O_{OC2} + 1} = \frac{23,55 - \ln(23,55 + 0,72)}{23,55 + 1} = 0,8294$$

$$FF2 = FF_{02} * (1 - r_{s2}) = 0,8294 * (1 - 0,0437) = 0,7932$$

$$P_m = I_{SC2} * V_{OC2} * FF2 = 1,56 * 0,56 * 0,7932 = 0,6977$$

Con esto podremos calcular la potencia real que nos suministran nuestros paneles en diciembre:

- $P_{real} = P_m * C_s = 0,6977 * 72 = 51,5519 \text{ W.}$

Aplicamos lo mismo para el resto de meses y resultados obtenidos se ven a continuación:

3.11.6.4 Resultados de la potencia real para el resto de meses

Meses	Potencia total un panel
Enero	51,8132
Febrero	72,0366
Marzo	95,4644
Abril	98,011
Mayo	99,7902
Junio	99,0186
Julio	97,9182
Agosto	96,5119
Septiembre	98,8475
Octubre	82,3961
Noviembre	57,6292
Diciembre	51,5519

Tabla 3.11.6.4.1 – Potencia real de cada panel.

3.11.7 INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA

3.11.7.1 Calculo los paneles necesarios

Para saber la cantidad de paneles que necesitamos hemos calculado cuantos paneles serían necesarios para alimentar la granja vacuna sin depender de la red, para ello hemos dividido la energía total de la instalación entre la potencia real de un panel y las horas de sol supuestas para cada mes.

- Paneles que necesitamos para el mes de diciembre (Mes más desfavorable):

$$81371 \text{ W} / (51,55 \text{ W} * 9\text{h}) = 176 \text{ paneles.} \quad (3.11.7.1.1)$$

Hacemos lo mismo para el resto de meses y los resultados obtenidos son:

Meses	Horas de sol supuestas	Paneles
Enero	9	175
Febrero	11	102
Marzo	11	77
Abril	13	63
Mayo	15	54
Junio	15	54
Julio	15	55
Agosto	13	64
Septiembre	13	63
Octubre	11	89
Noviembre	9	156
Diciembre	9	176

Tabla 3.11.7.1.1 – Paneles necesarios para no depender de la red.

Como vemos con 176 paneles podríamos alimentar la instalación incluso en el mes más desfavorable, pero hemos decidido poner 160 paneles por motivos de espacio y económicos, con esa cantidad de paneles cubrimos la demanda en la mayoría de los meses, en los que necesitemos más energía se recurrirá a la red eléctrica.

3.11.7.2 Distancia mínima entre los paneles y distribución

Para calcular la distancia mínima entre los paneles del techo hemos seguido los pasos del Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones Conectadas a Red (PCT-C-REV):

La distancia d , medida sobre la horizontal, entre filas de módulos o entre una fila y un obstáculo de altura h que pueda proyectar sombras, se recomienda que sea tal que se garanticen al menos 4 horas de sol en torno al mediodía del solsticio de invierno.

En cualquier caso, d ha de ser como mínimo igual a $h * k$, siendo k un factor adimensional al que, en este caso, se le asigna el valor:

$$k = \frac{1}{\operatorname{tg}(61^\circ - \text{latitud})} \quad (3.11.7.2.1)$$

En la siguiente tabla pueden verse algunos valores significativos del factor k , en función de la latitud del lugar.

Latitud	29°	37°	39°	41°	43°	45°
K	1,6	2,246	2,475	2,747	3,078	3,487

Tabla 3.11.7.2.1 – Valores del factor k .

Asimismo, la separación entre la parte posterior de una fila y el comienzo de la siguiente no será inferior a $h * k$, siendo en este caso h la diferencia de alturas entre la parte alta de una fila y la parte baja de la posterior, efectuándose todas las medidas con relación al plano que contiene las bases de los módulos.

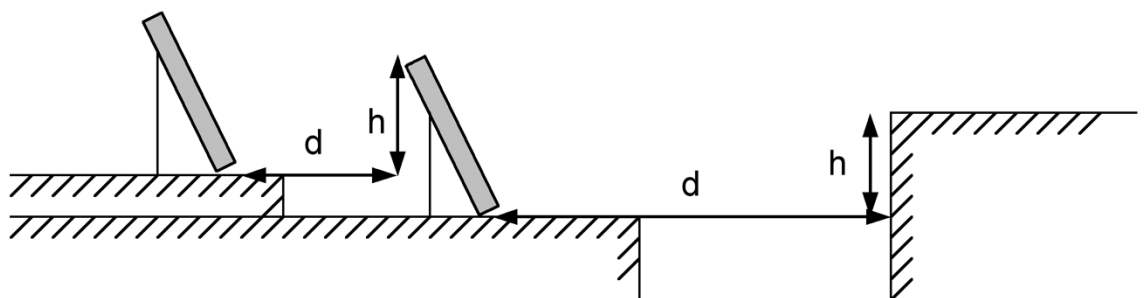


Figura 3.11.7.2.1 – Distancia entre módulos.

- Cálculo de la distancia mínima con los paneles usados:

Las dimensiones de los paneles son 1956 x 992 x 50 mm, se colocaran en horizontal tal, con una inclinación de 43° tal y como se ve en las siguientes imágenes:

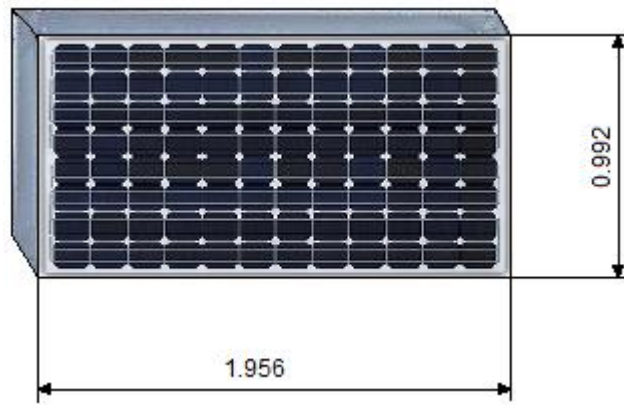


Figura 3.11.7.2.2 – Dimensiones de los módulos.

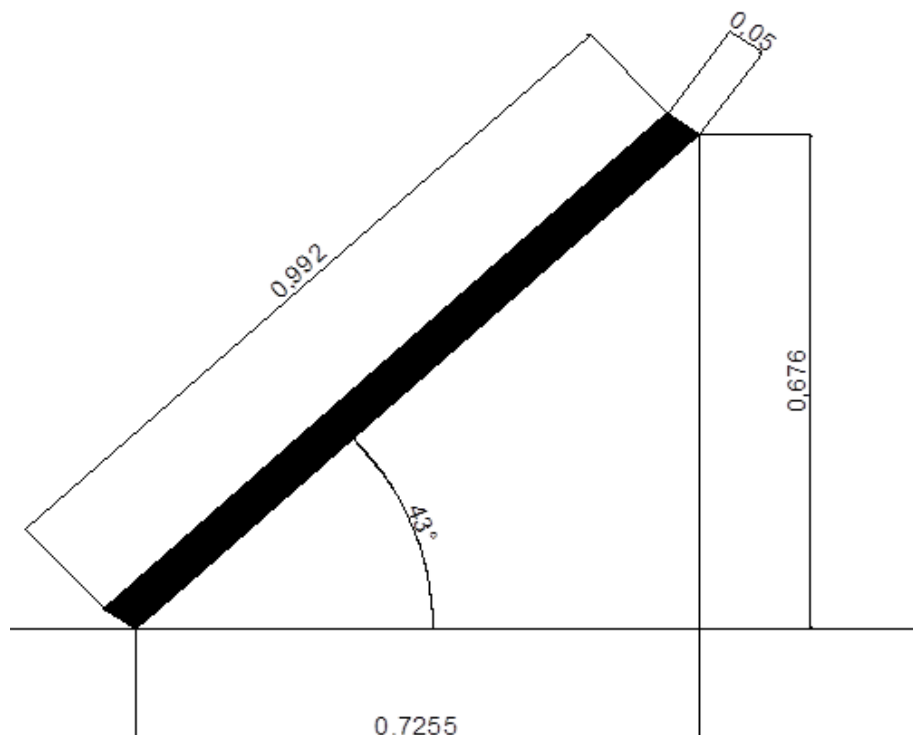


Figura 3.11.7.2.3 – Colocación de los módulos.

Calculamos la distancia mínima entre los paneles tal y como vimos antes:

$$d = h * k = 0,6765 * 3,078 = 2,082 \text{ m distancia entre paneles.}$$

- Distribución de los paneles:

Los 160 paneles se colocaran de la siguiente forma:

- 80 paneles en el techo.
- 80 paneles en dos seguidor con 40 paneles cada seguidor.

Comprobamos que hay espacio suficiente en el techo (respectando la distancia mínima) y en los seguidor para poner todos los paneles:

- En el techo:

La distancia real entre los paneles hemos calculado que será 2,082 m a este valor hay que añadirle la distancia que ocupan que es de 0,7255 m por lo que la distancia entre dos paneles será de 2,8075.

El techo mide 54,6776 m de ancho y 15,6877 m de alto. Dejamos un espacio de 14,5 para colocar los paneles de ACS entonces el ancho que podemos utilizar es 40,1776 m.

$$15,6877 / 2,8075 = 5,623 \text{ cogen 5 columnas de paneles.}$$

$$40,1776 / 1,956 = 20,54 \text{ cogen 20 filas de paneles.}$$

$$20 * 5 = 100 \text{ paneles cogen en el techo.}$$

Como decidimos colocar 80 paneles vemos que el espacio disponible es más que suficiente.

- En el seguidor:

Las dimensiones de ambos seguidores son 12 x 7,7 m.

Comprobamos cuantos paneles cogen en cada seguidor:

$$12 / 1,956 = 6 \text{ paneles.}$$

$7,7 / 0,992 = 7,8$ paneles.

$6 * 7 = 42$ paneles cogen en cada seguidor.

Como decidimos colocar 40 paneles en cada seguidor vemos que el espacio disponible es más que suficiente.

3.11.7.3 Componentes

3.11.7.3.1 Paneles

Los paneles usados son BlueSolar SPM280-24 de 280 W sus características ya se han descrito en este anexo en el punto 3.11.6.1

3.11.7.3.2 Inversores

Para el paso de corriente continua a alterna desde los paneles hasta la instalación usaremos un inversor INGECON SUN de 50 Kw.

Se usara un inversor de 50 Kw ya que la potencia que pueden suministrar los paneles en condiciones ideales es:

$160 \text{ paneles} * 280 \text{ W} = 44800 \text{ W}$.

Comprobamos que las características de este inversor nos valen:

- Comprobamos la tensión:

$20 \text{ paneles} * 36 \text{ Vmp} = 720 \text{ V}$ el rango esta entre 405-750V por lo que nos vale este inversor.

- Comprobamos la intensidad de entrada y salida:

Entrada: $8 \text{ paneles} * 8,55 \text{ A} = 68,4 \text{ A}$ la máxima es 130 A en DC nos vale.

Salida: $50000 \text{ Kw} / 660 \text{ V} = 75,75 \text{ A}$ la máxima es 93 A en AC nos vale.



Imagen 3.11.7.3.2.1 – Inversor 50 kW.

Para el paso de corriente alterna a continua para alimentar a las baterías se usarán 3 inversores SUNNY ISLAND CHARGER 48 V de 2400 Kw de potencia. La distribución será uno maestro y los otros esclavos.

- Comprobamos la intensidad de entrada y salida:

Entrada: $2400 \text{ Kw} / 220 \text{ V} = 10,91 \text{ A}$ la máxima es 40 A en DC nos vale.

Salida: $2400 \text{ Kw} / 48 \text{ V} = 50 \text{ A}$ la máxima es 50 A en AC nos vale.



Imagen 3.11.7.3.2.2 – Inversor 2,4 kW.

3.11.7.3.3 Baterías

Se usarán baterías de ácido, en concreto, usaremos 3 bloques de 24 OPzS 3000 cuyas características son:

OPzS	24 OPzS 3000
Capacidad nominal (10Hr/20°C)	3000Ah

Capacidad 2/5/10/24/96h	60 / 85 / 100 / 120 / 150
Autodescarga @ 20°C	3% mensual
Tensión de absorción (V) @ 20°C	2,35 a 2,50V/celda
Tensión de flotación (V) @ 20°C	2,23 a 2,30V/celda
Tensión de almacenamiento @ 20°C	2,18 a 2,22V/celda
Vida útil en flotación (V) @ 20°C	20 años
Cantidad de ciclos @ 80% de descarga	1500
Cantidad de ciclos @ 50% de descarga	2500
Cantidad de ciclos @ 30% de descarga	4000
Dimensiones (alxanxp, mm)	576x212x797
Peso sin ácido	170
Peso con ácido	240

Tabla 3.11.7.3.3.1 – Características batería OPzS

- Capacidad de las baterías:

Se calcularán los días que las baterías pueden suministrar energía a la instalación:

$$C_s = \frac{C_B \cdot PD_{\max}}{L_m} \quad (3.11.7.3.3.1)$$

Dónde:

C_s = Días que aguanta la batería.

C_B = Capacidad de la batería.

PD_{\max} = Máxima descarga.

L_m = Energía total en un momento dado.

$$C_s = \frac{(3 \cdot 3000) \cdot 0,8}{81371} \cdot 24 \text{ horas} = 2,12 \text{ días aguantan las baterías.}$$



Imagen 3.11.7.3.2.2 – Bloque de 2V OPzS.

3.11.7.4 Intensidades calculadas

Las intensidades en los paneles se calcularán según la fórmula:

$$I_p = \frac{P_{\max}}{V_{MPP}} * NP \quad (3.11.7.4.1)$$

Dónde:

P_{\max} = Potencia máxima que suministran los paneles en el mes más favorable.

V_{MPP} = Voltaje máxima potencia.

NP = Número de paneles en paralelo.

$$I_p = \frac{100}{36} * 4 = 11,11 \text{ A intensidad en los paneles del tejado.}$$

$$I_p = \frac{100}{36} * 2 = 5,55 \text{ A intensidad en los paneles de los seguidores.}$$

3.11.7.5 Pérdida de potencia

La pérdida de potencia se calculará como:

- En trifásica:

$$P = 3 * R * I^2 \quad (3.10.7.5.1)$$

- En monofásica:

$$P = 2 * R * I^2 \quad (3.11.7.5.2)$$

La pérdida de potencia total para la instalación fotovoltaica ha sido 3082,498 wh los resultados parciales obtenidos están recogidos en el punto 3.11.9 de este anexo.

3.11.8 TABLA DE SECCIONES DE RENOVABLES

Fotovoltaica	Fase	P.real (kW)	V(v)	Longitud (m)	V(%) Real	S por ΔV (mm ²)	S mínima por ΔV (mm ²)	I (A)	S comercial (mm ²)	I adm (A)
L.F.1-1 (Paneles tejado)	R	7,9992	720	17	0,533835704	1,200247308	1,5	11,11	6	21
L.F.1-2 (Paneles seguidor 1)	S	3,96	720	9,2	0,143019466	0,321557229	1,5	5,5	6	21
L.F.1-3 (Paneles seguidor 2)	T	3,96	720	9	0,139910348	0,314566854	1,5	5,5	6	21
L.F.1-4 (Entrada inversor 50kW)	R	49,248	720	7	0,132278874	3,04271939	2,5	68,4	25	84
L.F.1-5 (Salida inversor 50kW)	R,S,T	30,3	400	15,4	0,580112483	13,34392596	6	75,75	25	84
L.F.1-6 (Entrada inversor 2,4kW)	R	2,507	230	5,5	0,530442709	1,192618682	1,5	10,9	6	21
L.F.1-7 (Salida inversor 2,4kW)	R	2,4	48	3	0,964294375	14,29849337	16	50	16	66
L.F.1-8 (Entrada inversor 2,4kW)	S	2,507	230	5,5	0,530442709	1,192618682	1,5	10,9	6	21
L.F.1-9 (Salida inversor 2,4kW)	S	2,4	48	3	0,964294375	14,29849337	16	50	16	66
L.F.1-10 (Entrada inversor 2,4kW)	T	2,507	230	5,5	0,530442709	1,192618682	1,5	10,9	6	21
L.F.1-11 (Salida inversor 2,4kW)	T	2,4	48	3	0,964294375	14,29849337	16	50	16	66

Tabla 3.11.8.1 – Secciones renovables.

3.11.9 TABLA DE PÉRDIDA DE POTENCIA

	R (Ω)	Pérdidas de potencia (Wh)
L.F.1-1 (Paneles tejado)	0,13566	301,4063763
L.F.1-2 (Paneles seguidor 1)	0,073416	39,975012
L.F.1-3 (Paneles seguidor 2)	0,07182	39,10599
L.F.1-4 (Entrada inversor 50kW)	0,00546	689,7133152
L.F.1-5 (Salida inversor 50kW)	0,012012	1240,660922
L.F.1-6 (Entrada inversor 2,4kW)	0,04389	93,8622762
L.F.1-7 (Salida inversor 2,4kW)	0,00363	163,35
L.F.1-8 (Entrada inversor 2,4kW)	0,04389	93,8622762
L.F.1-9 (Salida inversor 2,4kW)	0,00363	163,35
L.F.1-10 (Entrada inversor 2,4kW)	0,04389	93,8622762
L.F.1-11 (Salida inversor 2,4kW)	0,00363	163,35

Tabla 3.11.9.1 – Pérdida de potencia.

Pérdida de potencia total (Wh)	3082,498444
---------------------------------------	-------------

Tabla 3.11.9.2– Pérdida de potencia total.

3.11.10 ESTUDIO ECONÓMICO APROXIMADO

En el siguiente estudio se calculará de manera aproximada cual será la factura que vamos a tener con nuestra instalación fotovoltaica y la compararemos con la factura que tendríamos si no tuviéramos dicha instalación, a partir de esta información básica se puede analizar la rentabilidad económica que habrá.

Lo primero que calculamos es la energía obtenida según el mes del año, que se obtendrá multiplicando los 160 paneles por las horas de sol supuestas y por la potencia real de un panel:

Meses	Horas de sol supuestas	Energía total 160 paneles (Wh)
Enero	9	74611,008
Febrero	11	126784,416
Marzo	11	168017,344
Abril	13	203862,88
Mayo	15	239496,48
Junio	15	237644,64
Julio	15	235003,68
Agosto	13	200744,752
Septiembre	13	205602,8
Octubre	11	145017,136
Noviembre	9	82986,048
Diciembre	9	74234,736

Tabla 3.11.10.1 – Energía total

Como la energía que necesita nuestra granja es de 81371 Wh habrá meses en los que sobre energía y meses en los que falte como se ve en la siguiente tabla:

Energía	Sobrantes (Wh)	Restante (Wh)
Enero		6759,992
Febrero	45413,416	
Marzo	86646,344	
Abril	122491,88	
Mayo	158125,48	
Junio	156273,64	
Julio	153632,68	
Agosto	119373,752	

Septiembre	124231,8	
Octubre	63646,136	
Noviembre	1615,048	
Diciembre		7136,264

Tabla 3.11.10.2 – Energía sobrante o restante

Contando las pérdidas la energía sobrante y restante real será:

Energía	Sobrantes real (Wh)	Restante real (Wh)
Enero		9842,490444
Febrero	42330,92	
Marzo	83563,85	
Abril	119409,4	
Mayo	155043	
Junio	153191,1	
Julio	150550,2	
Agosto	116291,3	
Septiembre	121149,3	
Octubre	60563,64	
Noviembre		1467,450444
Diciembre		10218,76244

Tabla 3.11.10.3 – Energía sobrante o restante real

Contrataremos una factura tipo 3.0A, elegimos una potencia de 26400 W y como vimos antes necesitamos 25463 W con lo cual la potencia contratada será suficiente.

Luego calcularemos la factura, para ello necesitamos antes valores como el término de potencia, el término de energía y el consumo total anual.

El término de potencia se obtuvo del BOE-A-2014-1052 y el término de energía se obtuvo de CHC ENERGÍA y son los que se ven a continuación:

	P1	P2	P3
TP	40,728885	24,43733	16,291555
TE	0,126336	0,104598	0,072227

Tabla 3.11.10.4 – Término de potencia y de energía

El consumo total (en kWh) anual es el que se ve a continuación:

	Llano	Punta	Valle
Enero	2217	713	2412
Febrero	2189	683	2387
Marzo	2063	561	2189
Abril	1994	502	2054
Mayo	1881	476	1987
Junio	1622	450	1893
Julio	1612	432	1885
Agosto	1577	412	1802
Septiembre	1791	480	1843
Octubre	1829	497	1981
Noviembre	2199	677	2389
Diciembre	2272	698	2461

Tabla 3.11.10.5 – Consumo total de la granja

Con los anteriores datos podremos calcular la factura (en euros) sin la instalación fotovoltaica:

		Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
	Días	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
PRECIO TP	PUNTA	91,322	82,484	91,322	88,376	91,322	88,376	91,322	91,322	88,376	91,322	88,376	91,322
PRECIO TP	LLANO	54,793	49,491	54,793	53,026	54,793	53,026	54,793	54,793	53,026	54,793	53,026	54,793
PRECIO TP	VALLE	36,529	32,994	36,529	35,350	36,529	35,350	36,529	36,529	35,350	36,529	35,350	36,529
PRECIO TE	PUNTA	90,078	86,287	70,874	63,421	60,136	56,851	54,577	52,050	60,641	62,789	85,529	88,183
PRECIO TE	LLANO	231,894	228,965	215,786	208,568	196,749	169,658	168,612	164,951	187,335	191,310	230,011	237,647
PRECIO TE	VALLE	174,212	172,406	158,105	148,354	143,515	136,726	136,148	130,153	133,114	143,082	172,550	177,751
Impuesto electricidad		34,706	33,367	32,077	30,528	29,809	27,608	27,710	27,087	28,521	29,645	33,991	35,084
Alquiler equipos		10,73	10,73	10,73	10,73	10,73	10,73	10,73	10,73	10,73	10,73	10,73	10,73
IVA 21%		158,605	152,192	147,255	140,354	137,462	127,748	128,398	125,709	131,690	136,752	155,309	160,238
Total		913,868	876,916	848,472	808,707	792,045	736,073	739,819	724,325	758,783	787,951	894,873	923,276

Tabla 3.11.10.6 – Factura anual en euros sin fotovoltaica

Total factura anual	9805,109188
----------------------------	-------------

Tabla 3.11.10.7 – Precio total en euros de la factura anual sin fotovoltaica

Calcularemos ahora la factura de la instalación con fotovoltaica, para ello el consumo total (en kWh) de los meses en los que hay un restante de energía, es decir, de los meses que tendremos que depender de la red.

	Llano	Punta	Valle
Enero	278	221	321
Noviembre	41	29	52
Diciembre	285	221	342

Tabla 3.11.10.8 – Consumo total de la granja

Calcularemos la factura (en euros) en estos meses:

		Enero	Noviembre	Diciembre
	Días	31	30	31
PRECIO TP	PUNTA	91,322	88,376	91,322
PRECIO TP	LLANO	54,793	53,026	54,793
PRECIO TP	VALLE	36,529	35,350	36,529
PRECIO TE	PUNTA	27,920	3,664	27,920
PRECIO TE	LLANO	29,078	4,289	29,810
PRECIO TE	VALLE	23,185	3,756	24,702
Impuesto electricidad		13,438	9,635	13,553
Alquiler equipos		10,73	10,73	10,73
IVA 21%		66,779	50,153	67,275
Total		384,774	288,979	387,634

Tabla 3.11.10.9 – Factura en euros con fotovoltaica

Total factura anual	1061,386956
----------------------------	-------------

Tabla 3.11.10.10 – Precio total en euros de la factura anual con fotovoltaica

El resto de meses hay un exceso de energía, la cual, se venderá a la red. El precio de venta es de 0,488606 entonces podremos obtener el valor de la energía vendida:

	Vendida (euros)	Comprada (euros)
Enero		384,7737745
Febrero	579,2903099	
Marzo	1266,078582	
Abril	1750,814981	

Mayo	2349,06133	
Junio	2246,132943	
Julio	2280,990769	
Agosto	1761,93262	
Septiembre	1776,326193	
Octubre	917,6016712	
Noviembre		288,9790457
Diciembre		387,6341358
TOTAL	14928,2294	1061,386956

Tabla 3.11.10.11 – Valores en euros de la energía comprada y vendida a la red

Vendida (euros)	13866,84244
------------------------	-------------

Tabla 3.11.10.11 – Valor en euros de la energía vendida a la red

Como vemos sin fotovoltaica la energía comprada será de 9805,10 euros y con fotovoltaica venderemos a la red la energía a un precio total de 13866,84 euros.

**TÍTULO: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE GRANJA DESTINADA A
VACUNO CON APOORTE DE ENERGÍA RENOVABLE**

PLIEGO DE CONDICIONES

PETICIONARIO: ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA

AVDA. 19 DE FEBRERO, S/N

15405 - FERROL

FECHA: SEPTIEMBRE 2014

AUTOR: IVÁN GARCÍA REBOREDO

Fdo.: Iván Garcia Reboredo

4 PLIEGO DE CONDICIONES.....	6
4.1 OBJETO DEL PLIEGO	6
4.1.1 Compatibilidad y prelación entre dichos documentos	6
4.2 DISPOSICIONES GENERALES.....	7
4.2.1 Naturaleza y objeto del pliego general.....	7
4.2.2 Documentación del contrato de obra	8
4.3 DISPOSICIONES FACULTATIVAS	8
4.3.1 El proyectista	8
4.3.2 El director de obra.....	9
4.3.3 El director de la ejecución de la obra	11
4.3.4 Las entidades y los laboratorios de control de calidad de la edificación.....	12
4.3.5 De las obligaciones y derechos generales del constructor o contratista.....	13
4.3.5.1 Verificación de los documentos del trabajo.....	13
4.3.5.2 Trabajo de control de calidad.....	13
4.3.5.3 Trabajos no estipulados expresamente	14
4.3.5.4 Interpretaciones, aclaraciones y modificaciones de los documentos del trabajo.....	14
4.3.5.5 Reclamaciones contra las órdenes de la dirección facultativa	15
4.3.6 Responsabilidad civil de los agentes que intervienen en el proceso de la edificación	15
4.3.6.1 Daños materiales	15
4.3.6.2 Responsabilidad civil	16
4.3.7 Prescripciones generales relativas a trabajos, materiales y medios auxiliares.....	18
4.3.7.1 Replanteo	18
4.3.7.2 Inicio de la obra. Ritmo de ejecución de los trabajos	18
4.3.7.3 Responsabilidad de la dirección facultativa en el retraso de la obra.	18
4.3.7.4 Documentación de obras ocultas.....	19

4.3.7.5 Trabajos defectuosos.....	19
4.3.7.6 Vicios ocultos	20
4.3.7.8 Gastos ocasionados por pruebas y ensayos	20
4.3.8 De las recepciones de edificios y obras anejas	20
4.3.8.1 Acta de recepción	20
4.3.8.2 Recepción provisional.....	21
4.3.9 Documentación de control de obra	22
4.3.10 Certificado final de obra	22
4.3.11 Recepción definitiva.....	23
4.4 DISPOSICIONES ECONÓMICAS DE LOS PRECIOS.....	23
4.4.1 Composición de los precios unitarios.....	23
4.4.2 Precios de contrata. Importe de contrata	25
4.4.3 Precios contradictorios.....	25
4.4.4 Revisión de los precios contratados	26
4.5 PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS	26
4.5.1 Calidad de los materiales.....	26
4.5.2 Pruebas y ensayos de materiales	26
4.5.4 Materiales no consignados en el trabajo.....	27
4.5.5 Condiciones generales de ejecución	27
4.5.6 Fontanería	27
4.5.6.1 Tubería de hierro galvanizado	27
4.5.6.2 Tubería de cemento centrifugado	27
4.5.6.3 Bajantes.....	28
4.5.6.4 Tubería de cobre.....	28
4.5.7 Instalaciones eléctricas.....	29
4.5.7.1 Normas	30
4.5.7.2 Conductores eléctricos	30

4.5.7.3 Conductores de baja tensión	30
4.5.7.4 Aparatos de alumbrado interior.....	31
4.5.7.5 Conductores de protección	31
4.5.7.6 Identificación de los conductores	31
4.5.7.7 Tubos protectores	32
4.5.7.8 Cajas de empalme y derivaciones	32
4.5.7.9 Aparatos de mando y maniobra	33
4.5.7.10 Aparatos de protección	33
4.5.7.11 Puntos de utilización	34
4.5.7.12 Puesta a tierra.....	34
4.5.7.13 Condiciones generales de ejecución de las instalaciones	34
4.5.8 Movimiento de tierras.....	39
4.5.8.1 Explanación y préstamos.....	39
4.5.8.2 Ejecución de las obras.....	39
4.5.8.3 Medición y abono.....	41
4.5.8.4 Excavación en zanjas y pozos	41
4.5.9 Ahorro de energía.....	41
4.5.9.1 Condiciones técnicas exigibles a los materiales aislantes	41
4.5.9.2 Control, recepción y ensayos de los materiales aislantes.....	42
4.5.9.3 Ejecución	43
4.5.9.4 Obligaciones del constructor.....	43
4.5.9.5 Obligaciones de la dirección facultativa	43
4.5.10 DB-SI seguridad en caso de incendio.....	43
4.5.10.1 Condiciones técnicas exigibles a los materiales	43
4.5.10.2 Condiciones técnicas exigibles a los elementos constructivos	44
4.5.11 Instalaciones.....	46
4.5.11.1 Instalaciones propias del edificio	46

4.5.11.2 Instalaciones de protección contra incendios. Extintores móviles...	46
4.5.11.4 Condiciones de mantenimiento y uso	47
4.5.12 Centro de transformación	48
4.5.12.1 Obra civil	48
4.5.12.2 Aparamenta de Media Tensión	48
4.5.12.3 Transformadores de potencia	49
4.5.12.4 Equipos de medida	49
4.5.12.5 Normas de ejecución de las instalaciones	51
4.5.12.6 Pruebas reglamentarias	51
4.5.12.7 Condiciones de uso, mantenimiento y seguridad.....	51
4.5.12.8 Certificados y documentación	52
4.5.12.9 Libro de órdenes	52

4 PLIEGO DE CONDICIONES

4.1 OBJETO DEL PLIEGO

El presente Pliego de Condiciones Técnicas, tiene por objeto definir las obras, fijar las condiciones técnicas y económicas, tanto de los materiales a emplear como de su ejecución, así como las condiciones generales y contractuales que han de regir en la ejecución de las obras de la instalación del presente trabajo.

Este documento debe contener toda la información necesaria para que el trabajo llegue a buen fin de acuerdo con los planos constructivos del mismo, indica las condiciones generales del trabajo, la descripción y características de los materiales a utilizar, los planos constructivos, y la localización de la obra o servicio. También señala los derechos, obligaciones y responsabilidades de las partes que lo suscriben. Señala así mismo como se desarrollará el trabajo y como se resolverán los conflictos que puedan surgir

4.1.1 Compatibilidad y prelación entre dichos documentos

En caso de contradicciones e incompatibilidades entre los documentos del presente trabajo se debe tener en cuenta lo siguiente:

- Los planos tienen prelación sobre los demás documentos del trabajo en lo que a dimensionado se refiere, en caso de incompatibilidad entre los mismos.
- El pliego de condiciones técnicas tiene prelación sobre los demás en lo que se refiere a materiales a emplear, ejecución, medición y valoración de las obras.
- El presupuesto general tiene prelación sobre las diferentes partidas o presupuestos parciales.

En cualquier caso, los documentos del trabajo tienen preferencia respecto a pliegos de condiciones generales que se mencionan en los diferentes apartados de este pliego.

Lo mencionado en los pliegos de condiciones particulares y omitido en los planos, o viceversa, habrá de ser considerado como si estuviese expuesto en ambos documentos, siempre que la unidad de obra esté perfectamente definida en uno u otro documento y aquella tenga precio en el presupuesto.

Las omisiones en planos y pliego de condiciones, o las descripciones erróneas en los detalles de la obra que sean manifiestamente indispensables para llevar a cabo el espíritu o intención expuesto en los planos y pliego de condiciones técnicas, o que, por su uso y costumbre deben ser realizados, no solo no exime al contratista de la obligación de ejecutar estos, sino que por el contrario deberán ser ejecutados como si hubiesen sido completa y correctamente especificados en los planos y pliego de condiciones.

4.2 DISPOSICIONES GENERALES

4.2.1 Naturaleza y objeto del pliego general

El presente pliego general de condiciones tiene carácter supletorio del pliego de condiciones particulares del trabajo.

Ambos tienen por finalidad regular la ejecución de las obras fijando los niveles técnicos y de calidad exigibles, precisando las intervenciones que corresponden, según el contrato y con arreglo a la legislación aplicable, al promotor o dueño de la obra, al contratista o constructor de la misma, sus técnicos y encargados, al arquitecto y al aparejador o arquitecto técnico y a los laboratorios y entidades de control de calidad, así como las relaciones entre todos ellos y sus correspondientes obligaciones en orden al cumplimiento del contrato de obra.

4.2.2 Documentación del contrato de obra

Integran el contrato los siguientes documentos relacionados por orden de prelación en cuanto al valor de sus especificaciones en caso de omisión o aparente contradicción:

- 1º Las condiciones fijadas en el propio documento de contrato de empresa o arrendamiento de obra, si existiera.
- 2º El pliego de condiciones particulares.
- 3º El presente pliego general de condiciones.
- 4º El resto de la documentación del trabajo (memoria, planos, mediciones y presupuesto).

En las obras que lo requieran, también formarán parte el estudio de seguridad y salud.

Deberá incluir las condiciones y delimitación de los campos de actuación de laboratorios y entidades de control de calidad, si la obra lo requiriese.

Las órdenes e instrucciones de la dirección facultativa de la obras se incorporan al trabajo como interpretación, complemento o precisión de sus determinaciones.

En cada documento, las especificaciones literales prevalecen sobre las gráficas y en los planos, la cota prevalece sobre la medida a escala.

4.3 DISPOSICIONES FACULTATIVAS

4.3.1 El proyectista

Son obligaciones del proyectista:

- a) Estar en posesión de la titulación académica y profesional habilitante de arquitecto, arquitecto técnico o ingeniero técnico, según corresponda, y cumplir las condiciones exigibles para el ejercicio de la profesión. En caso de personas

jurídicas, designar al técnico redactor del trabajo que tenga la titulación profesional habilitante.

b) Redactar el trabajo con sujeción a la normativa vigente y a lo que se haya establecido en el contrato y entregarlo, con los visados que en su caso fueran preceptivos.

c) Acordar, en su caso, con el promotor la contratación de colaboraciones parciales.

4.3.2 El director de obra

Corresponde al director de obra:

a) Estar en posesión de la titulación académica y profesional habilitante de arquitecto, arquitecto técnico, ingeniero o ingeniero técnico, según corresponda, y cumplir las condiciones exigibles para el ejercicio de la profesión. En caso de personas jurídicas, designar al técnico director de obra que tenga la titulación profesional habilitante.

b) Verificar el replanteo y la adecuación de la cimentación y de la estructura proyectada a las características geotécnicas del terreno.

c) Dirigir la obra coordinándola con el trabajo de ejecución, facilitando su interpretación técnica, económica y estética.

d) Asistir a las obras, cuantas veces lo requiera su naturaleza y complejidad, a fin de resolver las contingencias que se produzcan en la obra y consignar en el libro de órdenes y asistencias las instrucciones precisas para la correcta interpretación del trabajo.

e) Elaborar, a requerimiento del promotor o con su conformidad, eventuales modificaciones del trabajo, que vengan exigidas por la marcha de la obra siempre

que las mismas se adapten a las disposiciones normativas contempladas y observadas en la redacción del trabajo.

f) Coordinar, junto al aparejador o arquitecto técnico, el programa de desarrollo de la obra y el trabajo de control de calidad de la obra, con sujeción al Código Técnico de la Edificación (CTE) y a las especificaciones del trabajo.

g) Comprobar, junto al aparejador o arquitecto técnico, los resultados de los análisis e informes realizados por laboratorios y/o entidades de control de calidad.

h) Coordinar la intervención en obra de otros técnicos que, en su caso, concurran a la dirección con función propia en aspectos de su especialidad.

i) Dar conformidad a las certificaciones parciales de obra y la liquidación final.

j) Suscribir el acta de replanteo o de comienzo de obra y el certificado final de obra, así como conformar las certificaciones parciales y la liquidación final de las unidades de obra ejecutadas, con los visados que en su caso fueran preceptivos.

k) Asesorar al promotor durante el proceso de construcción y especialmente en el acto de la recepción.

l) Preparar con el contratista la documentación gráfica y escrita del trabajo definitivamente ejecutado para entregarlo al promotor.

m) A dicha documentación se adjuntará, al menos, el acta de recepción, la relación identificativa de los agentes que han intervenido durante el proceso de edificación, así como la relativa a las instrucciones de uso y mantenimiento del edificio y sus instalaciones, de conformidad con la normativa que le sea de aplicación. Esta documentación constituirá el libro del edificio y será entregada a los usuarios finales del edificio.

4.3.3 El director de la ejecución de la obra

Corresponde al aparejador o arquitecto técnico la dirección de la ejecución de la obra, que formando parte de la dirección facultativa, asume la función técnica de dirigir la ejecución material de la obra y de controlar cualitativa y cuantitativamente la construcción y la calidad de lo edificado. Siendo sus funciones específicas:

- a) Estar en posesión de la titulación académica y profesional habilitante y cumplir las condiciones exigibles para el ejercicio de la profesión. En caso de personas jurídicas, designar al técnico director de la ejecución de la obra que tenga la titulación profesional habilitante.
- b) Redactar el documento de estudio y análisis del trabajo para elaborar los programas de organización y de desarrollo de la obra.
- c) Planificar, a la vista del trabajo arquitectónico, del contrato y de la normativa técnica de aplicación, el control de calidad y económico de las obras.
- d) Redactar, cuando se le requiera, el estudio de los sistemas adecuados a los riesgos del trabajo en la realización de la obra y aprobar el Estudio de seguridad y salud para la aplicación del mismo.
- e) Redactar, cuando se le requiera, el trabajo de control de calidad de la edificación, desarrollando lo especificado en el trabajo de ejecución.
- f) Efectuar el replanteo de la obra y preparar el acta correspondiente, suscribiéndola en unión del arquitecto y del constructor.
- g) Comprobar las instalaciones provisionales, medios auxiliares y medidas de seguridad y salud en el trabajo, controlando su correcta ejecución.
- h) Realizar o disponer las pruebas y ensayos de materiales, instalaciones y demás unidades de obra según las frecuencias de muestreo programadas en el plan de control, así como efectuar las demás comprobaciones que resulten

necesarias para asegurar la calidad constructiva de acuerdo con el trabajo y la normativa técnica aplicable. De los resultados informará puntualmente al constructor, impartiendo, en su caso, las órdenes oportunas; de no resolverse la contingencia adoptará las medidas que corresponda, dando cuenta al arquitecto.

i) Realizar las mediciones de obra ejecutada y dar conformidad, según las relaciones establecidas, a las certificaciones valoradas y a la liquidación final de la obra.

j) Verificar la recepción en obra de los productos de construcción, ordenando la realización de ensayos y pruebas precisas.

k) Dirigir la ejecución material de la obra comprobando los replanteos, los materiales, la correcta ejecución y disposición de los elementos constructivos y de las instalaciones, de acuerdo con el trabajo y con las instrucciones del director de obra.

l) Consignar en el libro de órdenes y asistencias las instrucciones precisas.

m) Suscribir el acta de replanteo o de comienzo de obra y el certificado final de obra, así como elaborar y suscribir las certificaciones parciales y la liquidación final de las unidades de obra ejecutadas.

n) Colaborar con los restantes agentes en la elaboración de la documentación de la obra ejecutada, aportando los resultados del control realizado.

4.3.4 Las entidades y los laboratorios de control de calidad de la edificación

Las entidades de control de calidad de la edificación prestan asistencia técnica en la verificación de la calidad del trabajo, de los materiales y de la ejecución de la obra y sus instalaciones de acuerdo con el trabajo y la normativa aplicable.

Los laboratorios de ensayos para el control de calidad de la edificación prestan asistencia técnica, mediante la realización de ensayos o pruebas de servicio de los materiales, sistemas o instalaciones de una obra de edificación.

Son obligaciones de las entidades y de los laboratorios de control de calidad:

- a) Prestar asistencia técnica y entregar los resultados de su actividad al agente autor del encargo y, en todo caso, al director de la ejecución de las obras.
- b) Justificar la capacidad suficiente de medios materiales y humanos necesarios para realizar adecuadamente los trabajos contratados, en su caso, a través de la correspondiente acreditación oficial otorgada por las comunidades autónomas con competencia en la materia.

4.3.5 De las obligaciones y derechos generales del constructor o contratista

4.3.5.1 Verificación de los documentos del trabajo

Antes de dar comienzo a las obras, el constructor consignará por escrito que la documentación aportada le resulta suficiente para la comprensión de la totalidad de la obra contratada, o en caso contrario, solicitará las aclaraciones pertinentes.

4.3.5.2 Trabajo de control de calidad

El constructor tendrá a su disposición el trabajo de control de calidad, si para la obra fuera necesario, en el que se especificarán las características y requisitos que deberán cumplir los materiales y unidades de obra, y los criterios para la recepción de los materiales, según estén avalados o no por sellos marcas y calidad; ensayos, análisis y pruebas a realizar, determinación de lotes y otros parámetros definidos en el trabajo por el arquitecto o aparejador de la dirección facultativa.

4.3.5.3 Trabajos no estipulados expresamente

Es obligación de la contrata el ejecutar cuando sea necesario para la buena construcción y aspecto de las obras, aun cuando no se halle expresamente determinado en los documentos de trabajo, siempre que, sin separarse de su espíritu y recta interpretación, lo disponga el arquitecto dentro de los límites de posibilidades que los presupuestos habiliten para cada unidad de obra y tipo de ejecución.

En defecto de especificación en el pliego de condiciones particulares, se entenderá que requiere reformado de trabajo con consentimiento expreso de la propiedad, promotor, toda variación que suponga incremento de precios de alguna unidad de obra en más del 20% del total del presupuesto en más de un 10%.

4.3.5.4 Interpretaciones, aclaraciones y modificaciones de los documentos del trabajo

El constructor podrá requerir del arquitecto o del aparejador o arquitecto técnico, según sus respectivos cometidos, las instrucciones o aclaraciones que se precisen para la correcta interpretación y ejecución de lo proyectado.

Cuando se trate de aclarar, interpretar o modificar preceptos de los pliegos de condiciones o indicaciones de los planos o croquis, las órdenes e instrucciones correspondientes se comunicarán precisamente por escrito al constructor, estando éste obligado a su vez a devolver los originales o las copias suscribiendo con su firma el enterado, que figurará al pie de todas las órdenes, avisos o instrucciones que reciba tanto del aparejador o arquitecto técnico como del arquitecto.

Cualquier reclamación que en contra de las disposiciones tomadas por éstos crea oportuno hacer el constructor, habrá de dirigirla, dentro precisamente del plazo de 3 días, a quién la hubiere dictado, el cual dará al constructor el correspondiente recibo, si éste lo solicitase.

4.3.5.5 Reclamaciones contra las órdenes de la dirección facultativa

Las reclamaciones que el contratista quiera hacer contra las órdenes o instrucciones dimanadas de la dirección facultativa, sólo podrá presentarlas, a través del arquitecto, ante la propiedad, si son de orden económico y de acuerdo con las condiciones estipuladas en los pliegos de condiciones correspondientes.

Contra disposiciones de orden técnico del arquitecto o del aparejador o arquitecto técnico, no se admitirá reclamación alguna, pudiendo el contratista salvar su responsabilidad, si lo estima oportuno, mediante exposición razonada dirigida al arquitecto, el cual podrá limitar su contestación al acuse de recibo, que en todo caso será obligatorio para este tipo de reclamaciones.

4.3.6 Responsabilidad civil de los agentes que intervienen en el proceso de la edificación

4.3.6.1 Daños materiales

Las personas físicas o jurídicas que intervienen en el proceso de la edificación responderán frente a los propietarios y los terceros adquirentes de los edificios o partes de los mismos, en el caso de que sean objeto de división, de los siguientes daños materiales ocasionados en el edificio dentro de los plazos indicados, contados desde la fecha de recepción de la obra, sin reservas o desde la subsanación de éstas:

- a) Durante 10 años, de los daños materiales causados en el edificio por vicios o defectos que afecten a la cimentación, los soportes, las vigas, los forjados, los muros de carga u otros elementos estructurales, y que comprometan directamente la resistencia mecánica y la estabilidad del edificio.
- b) Durante 3 años, de los daños materiales causados en el edificio por vicios o defectos de los elementos constructivos o de las instalaciones que ocasionen el incumplimiento de los requisitos de habitabilidad del artículo 3 de la LOE.

El constructor también responderá de los daños materiales por vicios o defectos de ejecución que afecten a elementos de terminación o acabado de las obras dentro del plazo de 1 año.

4.3.6.2 Responsabilidad civil

La responsabilidad civil será exigible en forma personal e individualizada, tanto por actos u omisiones de propios, como por actos u omisiones de personas por las que se deba responder.

No obstante, cuando pudiera individualizarse la causa de los daños materiales o quedase debidamente probada la concurrencia de culpas sin que pudiera precisarse el grado de intervención de cada agente en el daño producido, la responsabilidad se exigirá solidariamente. En todo caso, el promotor responderá solidariamente con los demás agentes intervinientes ante los posibles adquirentes de los daños materiales en el edificio ocasionados por vicios o defectos de construcción.

Sin perjuicio de las medidas de intervención administrativas que en cada caso procedan, la responsabilidad del promotor que se establece en la LOE se extenderá a las personas físicas o jurídicas que, a tenor del contrato o de su intervención decisoria en la promoción, actúen como tales promotores bajo la forma de promotor o gestor de cooperativas o de comunidades de propietarios u otras figuras análogas.

Cuando el trabajo haya sido contratado conjuntamente con más de un proyectista, los mismos responderán solidariamente.

Los proyectistas que contraten los cálculos, estudios, dictámenes o informes de otros profesionales, serán directamente responsables de los daños que puedan derivarse de su insuficiencia, incorrección o inexactitud, sin perjuicio de la repetición que pudieran ejercer contra sus autores.

El constructor responderá directamente de los daños materiales causados en el edificio por vicios o defectos derivados de la impericia, falta de capacidad profesional o técnica, negligencia o incumplimiento de las obligaciones atribuidas al jefe de obra y demás personas físicas o jurídicas que de él dependan.

Cuando el constructor subcontrate con otras personas físicas o jurídicas la ejecución de determinadas partes o instalaciones de la obra, será directamente responsable de los daños materiales por vicios o defectos de su ejecución, sin perjuicio de la repetición a que hubiere lugar.

El director de obra y el director de la ejecución de la obra que suscriban el certificado final de obra serán responsables de la veracidad y exactitud de dicho documento.

Quien acepte la dirección de una obra cuyo trabajo no haya elaborado él mismo, asumirá las responsabilidades derivadas de las omisiones, deficiencias o imperfecciones del trabajo, sin perjuicio de la repetición que pudiere corresponderle frente al proyectista.

Cuando la dirección de obra se contrate de manera conjunta a más de un técnico, los mismos responderán solidariamente sin perjuicio de la distribución que entre ellos corresponda.

Las responsabilidades por daños no serán exigibles a los agentes que intervengan en el proceso de la edificación, si se prueba que aquellos fueron ocasionados por caso fortuito, fuerza mayor, acto de tercero o por el propio perjudicado por el daño.

Las responsabilidades a que se refiere este artículo se entienden sin perjuicio de las que alcanzan al vendedor de los edificios o partes edificadas frente al comprador conforme al contrato de compraventa suscrito entre ellos, a los artículos 1.484 y siguientes del Código Civil y demás legislación aplicable a la compraventa.

4.3.7 Prescripciones generales relativas a trabajos, materiales y medios auxiliares

4.3.7.1 Replanteo

El constructor iniciará las obras con el replanteo de las mismas en el terreno, señalando las referencias principales que mantendrá como base de ulteriores replanteos parciales. Dichos trabajos se considerará a cargo del contratista e incluidos en su oferta.

El constructor someterá el replanteo a la aprobación del aparejador o arquitecto técnico y una vez esto haya dado su conformidad preparará un acta acompañada de un plano que deberá ser aprobada por el arquitecto, siendo responsabilidad del constructor la omisión de este trámite.

4.3.7.2 Inicio de la obra. Ritmo de ejecución de los trabajos

El constructor dará comienzo a las obras en el plazo marcado en el pliego de condiciones particulares, desarrollándolas en la forma necesaria para que dentro de los períodos parciales en aquellos señalados queden ejecutados los trabajos correspondientes y, en consecuencia, la ejecución total se lleve a efecto dentro del plazo exigido en el contrato.

Obligatoriamente y por escrito, deberá el contratista dar cuenta al arquitecto y al aparejador o arquitecto técnico del comienzo de los trabajos al menos con 3 días de antelación.

4.3.7.3 Responsabilidad de la dirección facultativa en el retraso de la obra

El contratista no podrá excusarse de no haber cumplido los plazos de obras estipulados, alegando como causa la carencia de planos u órdenes de la dirección facultativa, a excepción del caso en que habiéndolo solicitado por escrito no se le hubiesen proporcionado.

4.3.7.4 Documentación de obras ocultas

De todos los trabajos y unidades de obra que hayan de quedar ocultos a la terminación del edificio, se levantarán los planos precisos para que queden perfectamente definidos; estos documentos se extenderán por triplicado, entregándose: uno, al arquitecto; otro, al aparejador; y, el tercero, al contratista, firmados todos ellos por los tres. Dichos planos, que deberán ir suficientemente acotados, se considerarán documentos indispensables e irrecusables para efectuar las mediciones.

4.3.7.5 Trabajos defectuosos

El constructor debe emplear los materiales que cumplan las condiciones exigidas en las condiciones generales y particulares de índole técnica del pliego de condiciones y realizará todos y cada uno de los trabajos contratados de acuerdo con lo especificado también en dicho documento.

Por ello, y hasta que tenga lugar la recepción definitiva del edificio, es responsable de la ejecución de los trabajos que ha contratado y de las faltas y defectos que en éstos puedan existir por su mala ejecución o por la deficiente calidad de los materiales empleados o aparatos colocados, sin que le exonere de responsabilidad el control que compete al aparejador o arquitecto técnico, ni tampoco el hecho de que estos trabajos hayan sido valorados en las certificaciones parciales de obra, que siempre se entenderán extendidas y abonadas a buena cuenta.

Como consecuencia de lo anteriormente expresado, cuando el aparejador o arquitecto técnico advierta vicios o defectos en los trabajos ejecutados, o que los materiales empleados o los aparatos colocados no reúnen las condiciones preceptuadas, ya sea en el curso de la ejecución de los trabajos, o finalizados éstos, y antes de verificarse la recepción definitiva de la obra, podrá disponer que las partes defectuosas sean demolidas y reconstruidas de acuerdo con lo contratado, y todo ello a expensas de la contrata. Si ésta no estimase justa la

decisión y se negase a la demolición y reconstrucción ordenadas, se planteará la cuestión ante el arquitecto de la obra, quien resolverá.

4.3.7.6 Vicios ocultos

Si el aparejador o arquitecto técnico tuviese fundadas razones para creer en la existencia de vicios ocultos de construcción en las obras ejecutadas, ordenará efectuar en cualquier tiempo, y antes de la recepción definitiva, los ensayos, destructivos o no, que crea necesarios para reconocer los trabajos que suponga defectuosos, dando cuenta de la circunstancia al arquitecto.

Los gastos que se ocasionen serán de cuenta del constructor, siempre que los vicios existan realmente, en caso contrario serán a cargo de la propiedad.

4.3.7.8 Gastos ocasionados por pruebas y ensayos

Todos los gastos originados por las pruebas y ensayos de materiales o elementos que intervengan en la ejecución de las obras, serán de cuenta de la contrata.

Todo ensayo que no haya resultado satisfactorio o que no ofrezca las suficientes garantías podrá comenzarse de nuevo a cargo del mismo.

4.3.8 De las recepciones de edificios y obras anejas

4.3.8.1 Acta de recepción

La recepción de la obra es el acto por el cual el constructor, una vez concluida ésta, hace entrega de la misma al promotor y es aceptada por éste. Podrá realizarse con o sin reservas y deberá abarcar la totalidad de la obra o fases completas y terminadas de la misma, cuando así se acuerde por las partes.

La recepción deberá consignarse en un acta firmada, al menos, por el promotor y el constructor, y en la misma se hará constar:

- a) Las partes que intervienen.
- b) La fecha del certificado final de la totalidad de la obra o de la fase completa y terminada de la misma.
- c) El coste final de la ejecución material de la obra.
- d) La declaración de la recepción de la obra con o sin reservas, especificando, en su caso, éstas de manera objetiva, y el plazo en que deberán quedar subsanados los defectos observados. Una vez subsanados los mismos, se hará constar en un acta aparte, suscrita por los firmantes de la recepción.
- e) Las garantías que, en su caso, se exijan al constructor para asegurar sus responsabilidades.
- f) Se adjuntará el certificado final de obra suscrito por el director de obra (arquitecto) y el director de la ejecución de la obra (aparejador) y la documentación justificativa del control de calidad realizado.

El promotor podrá rechazar la recepción de la obra por considerar que la misma no está terminada o que no se adecua a las condiciones contractuales.

En todo caso, el rechazo deberá ser motivado por escrito en el acta, en la que se fijará el nuevo plazo para efectuar la recepción.

4.3.8.2 Recepción provisional

Ésta se realizará con la intervención de la propiedad, del constructor, del arquitecto y del aparejador o arquitecto técnico. Se convocará también a los restantes técnicos que, en su caso, hubiesen intervenido en la dirección con función propia en aspectos parciales o unidades especializadas.

Practicado un detenido reconocimiento de las obras, se extenderá un acta con tantos ejemplares como intervinientes y firmados por todos ellos. Desde esta

fecha empezará a correr el plazo de garantía, si las obras se hallasen en estado de ser admitidas. Seguidamente, los técnicos de la dirección facultativa extenderán el correspondiente certificado de final de obra.

Cuando las obras no se hallen en estado de ser recibidas, se hará constar en el acta y se darán al constructor las oportunas instrucciones para remediar los defectos observados, fijando un plazo para subsanarlos, expirado el cual, se efectuará un nuevo reconocimiento a fin de proceder a la recepción provisional de la obra.

Si el constructor no hubiese cumplido, podrá declararse resuelto el contrato con pérdida de la fianza.

4.3.9 Documentación de control de obra

Su contenido, cuya recopilación es responsabilidad del director de ejecución de obra, se compone de:

- Documentación de control, que debe corresponder a lo establecido en el trabajo, más sus anejos y modificaciones.
- Documentación, instrucciones de uso y mantenimiento, así como garantías de los materiales y suministros, que debe ser proporcionada por el constructor, siendo conveniente recordárselo fehacientemente.
- En su caso, documentación de calidad de las unidades de obra, preparada por el constructor y autorizada por el director de ejecución en su colegio profesional.

4.3.10 Certificado final de obra

Éste se ajustará al modelo publicado en el Decreto 462/1971, de 11 de marzo, en donde el director de la ejecución de la obra certificará haber dirigido la ejecución material de las obras y controlado cuantitativa y cualitativamente la construcción y

la calidad de lo edificado de acuerdo con el trabajo, la documentación técnica que lo desarrolla y las normas de buena construcción.

El director de la obra certificará que la edificación ha sido realizada bajo su dirección, de conformidad con el trabajo objeto de la licencia y la documentación técnica que lo complementa, hallándose dispuesta para su adecuada utilización con arreglo a las instrucciones de uso y mantenimiento.

4.3.11 Recepción definitiva

La recepción definitiva se verificará después de transcurrido el plazo de garantía en igual forma y con las mismas formalidades que la provisional, a partir de cuya fecha cesará la obligación del constructor de reparar a su cargo aquellos desperfectos inherentes a la normal conservación de los edificios y quedarán sólo subsistentes todas las responsabilidades que pudieran alcanzarle por vicios de la construcción.

4.4 DISPOSICIONES ECONÓMICAS DE LOS PRECIOS

4.4.1 Composición de los precios unitarios

El cálculo de los precios de las distintas unidades de obra es el resultado de sumar los costes directos, los indirectos, los gastos generales y el beneficio industrial.

a) Costes directos

- La mano de obra, con sus pluses y cargas y seguros sociales, que interviene directamente en la ejecución de la unidad de obra.
- Los materiales, a los precios resultantes a pie de obra, que queden integrados en la unidad de que se trate o que sean necesarios para su ejecución.

- Los equipos y sistemas técnicos de seguridad y salud para la prevención y protección de accidentes y enfermedades profesionales.
- Los gastos de personal, combustible, energía, etc., que tengan lugar por el accionamiento o funcionamiento de la maquinaria e instalaciones utilizadas en la ejecución de la unidad de obra.
- Los gastos de amortización y conservación de la maquinaria, instalaciones, sistemas y equipos anteriormente citados.

b) COSTES INDIRECTOS

Los gastos de instalación de oficinas a pie de obra, comunicaciones, edificación de almacenes, talleres, pabellones temporales para obreros, laboratorios, seguros, etc., los del personal técnico y administrativo adscrito exclusivamente a la obra y los imprevistos. Todos estos gastos, se cifrarán en un porcentaje de los costes directos.

c) GASTOS GENERALES

Los gastos generales de empresa, gastos financieros, cargas fiscales y tasas de la administración, legalmente establecidas. Se cifrarán como un porcentaje de la suma de los costes directos e indirectos (en los contratos de obras de la administración pública este porcentaje se establece entre un 13% y un 17%).

d) BENEFICIO INDUSTRIAL

El beneficio industrial del contratista se establece en el 6% sobre la suma de las anteriores partidas en obras para la administración.

e) PRECIO DE EJECUCIÓN MATERIAL

Se denominará precio de ejecución material el resultado obtenido por la suma de los anteriores conceptos a excepción del beneficio industrial.

f) PRECIO DE CONTRATA

El precio de contrata es la suma de los costes directos, los indirectos, los gastos generales y el beneficio industrial.

El IVA se aplica sobre esta suma (precio de contrata) pero no integra el precio.

4.4.2 Precios de contrata. Importe de contrata

En el caso de que los trabajos a realizar en un edificio u obra aneja cualquiera se contratasen a riesgo y ventura, se entiende por precio de contrata el que importa el coste total de la unidad de obra, es decir, el precio de ejecución material, más el % sobre este último precio en concepto de beneficio industrial del contratista. El beneficio se estima normalmente en el 6%, salvo que en las condiciones particulares se establezca otro distinto.

4.4.3 Precios contradictorios

Se producirán precios contradictorios sólo cuando la propiedad por medio del arquitecto decida introducir unidades o cambios de calidad en alguna de las previstas, o cuando sea necesario afrontar alguna circunstancia imprevista.

El contratista estará obligado a efectuar los cambios. A falta de acuerdo, el precio se resolverá contradictoriamente entre el arquitecto y el contratista antes de comenzar la ejecución de los trabajos y en el plazo que determine el pliego de condiciones particulares. Si subsiste la diferencia se acudirá, en primer lugar, al concepto más análogo dentro del cuadro de precios del trabajo, y en segundo lugar al banco de precios de uso más frecuente en la localidad.

Los contradictorios que hubiere se referirán siempre a los precios unitarios de la fecha del contrato.

4.4.4 Revisión de los precios contratados

Contratándose las obras a riesgo y ventura, no se admitirá la revisión de los precios en tanto que el incremento no alcance, en la suma de las unidades que falten por realizar de acuerdo con el calendario, un montante superior al 3% del importe total del presupuesto de contrato.

Caso de producirse variaciones en alza superiores a este porcentaje, se efectuará la correspondiente revisión de acuerdo con la fórmula establecida en el pliego de condiciones particulares, percibiendo el contratista la diferencia en más que resulte por la variación del IPC superior al 3%.

No habrá revisión de precios de las unidades que puedan quedar fuera de los plazos fijados en el calendario de la oferta.

4.5 PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS

4.5.1 Calidad de los materiales

Todos los materiales a emplear en la presente obra serán de primera calidad y reunirán las condiciones exigidas vigentes referentes a materiales y prototipos de construcción.

4.5.2 Pruebas y ensayos de materiales

Todos los materiales a que este capítulo se refiere podrán ser sometidos a los análisis o pruebas, por cuenta de la contrata, que se crean necesarios para acreditar su calidad. Cualquier otro que haya sido especificado, y sea necesario emplear, deberá ser aprobado por la dirección de las obras, bien entendido que será rechazado el que no reúna las condiciones exigidas por la buena práctica de la construcción.

4.5.4 Materiales no consignados en el trabajo

Los materiales no consignados en el trabajo que dieran lugar a precios contradictorios reunirán las condiciones de bondad necesarias, a juicio de la dirección facultativa, no teniendo el contratista derecho a reclamación alguna por estas condiciones exigidas.

4.5.5 Condiciones generales de ejecución

Todos los trabajos incluidos en el presente trabajo se ejecutarán esmeradamente, con arreglo a las buenas prácticas de la construcción, de acuerdo con las condiciones establecidas en el Pliego de Condiciones Técnicas de la Dirección General de Arquitectura, aprobado por el Consejo Superior de los Colegios de Arquitectos en fecha 24 de abril de 1973, y cumpliendo estrictamente las instrucciones recibidas por la dirección facultativa, no pudiendo por tanto servir de pretexto al contratista la baja subasta para variar esa esmerada ejecución, ni la primerísima calidad de las instalaciones proyectadas en cuanto a sus materiales y mano de obra, ni pretender trabajos adicionales.

4.5.6 Fontanería

4.5.6.1 Tubería de hierro galvanizado

La designación de pesos, espesores de pared, tolerancias, etc. se ajustarán a las correspondientes normas DIN. Los manguitos de unión serán de hierro maleable galvanizado con junta esmerilada.

4.5.6.2 Tubería de cemento centrifugado

Si se utilizan en el saneamiento horizontal, el diámetro mínimo a utilizar será de 20 cm y los cambios de sección se realizarán mediante las arquetas correspondientes.

Se realizará el montaje enterrado, rematando los puntos de unión con cemento. Todos los cambios de sección, dirección y acometida, se efectuarán por medio de arquetas registrables.

En la citada red de saneamiento se situarán pozos de registro con pates para facilitar el acceso.

La pendiente mínima será del 1% en aguas pluviales, y superior al 1,5% en aguas fecales y sucias.

La medición se hará por m lineal de tubería realmente ejecutada, incluyéndose en ella el lecho de hormigón y los corchetes de unión. Las arquetas se medirán a parte por unidades.

4.5.6.3 Bajantes

Las bajantes tanto de aguas pluviales como fecales serán de fibrocemento o materiales plásticos que dispongan autorización de uso. No se admitirán bajantes de diámetro inferior a 90 mm.

Todas las uniones entre tubos y piezas especiales se realizarán mediante uniones Gibault.

4.5.6.4 Tubería de cobre

Toda la tubería se instalará de forma que presente un aspecto limpio y ordenado. Se usarán accesorios para todos los cambios de dirección y los tendidos de tubería se realizarán de forma paralela o en ángulo recto a los elementos estructurales del edificio.

La tubería estará colocada en su sitio sin necesidad de forzarla ni flexarla; irá instalada de forma que se contraiga y dilate libremente sin deterioro para ningún trabajo ni para sí misma.

Las uniones se harán de soldadura blanda con capilaridad. Las grapas para colgar la conducción de forjado serán de latón espaciadas 40 cm.

Si la red de distribución de agua y gas ciudad se realiza con tubería de cobre, se someterá a la citada tubería de gas a la presión de prueba exigida por la empresa suministradora, operación que se efectuará una vez acabado el montaje.

Las designaciones, pesos, espesores de pared y tolerancias se ajustarán a las normas correspondientes de la citada empresa.

Las válvulas a las que se someterá a una presión de prueba superior en un 50% a la presión de trabajo serán de marca aceptada por la empresa suministradora y con las características que ésta indique.

4.5.7 Instalaciones eléctricas

La ejecución de las instalaciones se ajustará a lo especificado en los reglamentos vigentes y a las disposiciones complementarias que puedan haber dictado la Delegación de Industria en el ámbito de su competencia. Así mismo, en el ámbito de las instalaciones que sea necesario, se seguirán las normas de la compañía suministradora de energía.

Se cuidará en todo momento que los trazados guarden las:

- Maderamen, redes y nonas en número suficiente de modo que garanticen la seguridad de los operarios y transeúntes.
- Maquinaria, andamios, herramientas y todo el material auxiliar para llevar a cabo los trabajos de este tipo.
- Todos los materiales serán de la mejor calidad, con las condiciones que impongan los documentos que componen el Trabajo, o los que se determine en el transcurso de la obra, montaje o instalación.

4.5.7.1 Normas

Todos los materiales que se empleen en la instalación eléctrica, tanto de alta como de baja tensión deberán cumplir las prescripciones técnicas que dictan las normas internacionales CBI, los reglamentos en vigor, así como las normas técnico-prácticas de la compañía suministradora de energía.

4.5.7.2 Conductores eléctricos

Serán de cobre electrolítico, aislados adecuadamente, siendo su tensión nominal de 0,6/1 kilovoltios para la línea repartidora y de 750 voltios para el resto de la instalación, debiendo estar homologados según las normas UNE citadas en la instrucción ITC-BT-06.

4.5.7.3 Conductores de baja tensión

Los conductores de los cables serán de cobre desnudo recocido, normalmente con formación e hilo único hasta 6 mm².

La cubierta será de policloruro de vinilo tratada convenientemente de forma que asegure mejor resistencia al frío, a la laceración, a la abrasión respecto al policloruro de vinilo normal (PVC).

La acción sucesiva del sol y de la humedad no deben provocar la más mínima alteración de la cubierta. El relleno que sirve para dar forma al cable aplicado por extrusión sobre las almas del cableado debe ser de material adecuado de manera que pueda ser fácilmente separado para la confección de los empalmes y terminales.

Los cables denominados de “instalación”, normalmente alojados en tubería protectora, serán de cobre con aislamiento de PVC. La tensión de servicio será de 750 V y la tensión de ensayo de 2.000 V.

La sección mínima que se utilizará en los cables destinados tanto a circuitos de alumbrado como de fuerza será de 1,5 m²

Los ensayos de tensión y de resistencia de aislamiento se efectuarán con la tensión de prueba de 2.000 V, de igual forma que en los cables anteriores.

4.5.7.4 Aparatos de alumbrado interior

Las luminarias se construirán con chasis de chapa de acero de calidad, con espesor o nervaduras suficientes para alcanzar la rigidez necesaria.

Los enchufes con toma de tierra tendrán esta toma dispuesta de forma que sea la primera en establecerse y la última en desaparecer y serán irreversibles, sin posibilidad de error en la conexión.

4.5.7.5 Conductores de protección

Serán de cobre y presentarán el mismo aislamiento que los conductores activos. Se podrán instalar por las mismas canalizaciones que éstos o bien en forma independiente, siguiéndose a este respecto lo que señalen las normas particulares de la empresa distribuidora de energía. La sección mínima de estos conductores será la obtenida utilizando la tabla 2 de la instrucción ITC-BT-19, apartado 2.3, en función de la sección de los conductores de la instalación.

4.5.7.6 Identificación de los conductores

Deberán poder ser identificados por el color de su aislamiento.

- Azul claro para el conductor neutro.
- Amarillo-verde para el conductor de tierra y protección.
- Marrón, negro y gris para los conductores activos o fases.

4.5.7.7 Tubos protectores

Los tubos a emplear serán aislantes flexibles (corrugados) normales, con protección de grado 5 contra daños mecánicos, y que puedan curvarse con las manos, excepto los que vayan a ir por el suelo o pavimento de los pisos, canaladuras o falsos techos, que serán del tipo Preplás, Reflex o similar, y dispondrán de un grado de protección de 7.

Los diámetros interiores nominales mínimos, medidos en milímetros, para los tubos protectores, en función del número, clase y sección de los conductores que deben alojar, se indican en las tablas de la instrucción ITC-BT-21. Para más de 5 conductores por tubo, y para conductores de secciones diferentes a instalar por el mismo tubo, la sección interior de éste será, como mínimo, igual a tres veces la sección total ocupada por los conductores, especificando únicamente los que realmente se utilicen.

4.5.7.8 Cajas de empalme y derivaciones

Serán de material plástico resistente o metálicas, en cuyo caso estarán aisladas interiormente y protegidas contra la oxidación.

Las dimensiones serán tales que permitan alojar holgadamente todos los conductores que deban contener. Su profundidad equivaldrá al diámetro del tubo mayor más un 50% del mismo, con un mínimo de 40 mm de profundidad y de 80 mm para el diámetro o lado interior.

La unión entre conductores, se realizaran siempre dentro de las cajas de empalme excepto en los casos indicados en el apartado 3.1 de la ITC-BT-21, no se realizará nunca por simple retorcimiento entre sí de los conductores, sino utilizando bornes de conexión, conforme a la instrucción ITC-BT-19.

4.5.7.9 Aparatos de mando y maniobra

Son los interruptores y conmutadores, que cortarán la corriente máxima del circuito en que estén colocados sin dar lugar a la formación de arco permanente, abriendo o cerrando los circuitos sin posibilidad de tomar una posición intermedia. Serán del tipo cerrado y de material aislante.

Las dimensiones de las piezas de contacto serán tales que la temperatura no pueda exceder en ningún caso de 65° C en ninguna de sus piezas.

Su construcción será tal que permita realizar un número del orden de 10.000 maniobras de apertura y cierre, con su carga nominal a la tensión de trabajo. Llevarán marcada su intensidad y tensiones nominales, y estarán probadas a una tensión de 500 a 1.000 voltios.

4.5.7.10 Aparatos de protección

Son los disyuntores eléctricos, fusibles e interruptores diferenciales. Los disyuntores serán de tipo magnetotérmico de accionamiento manual, y podrán cortar la corriente máxima del circuito en que estén colocados sin dar lugar a la formación de arco permanente, abriendo o cerrando los circuitos sin posibilidad de tomar una posición intermedia. Su capacidad de corte para la protección del cortocircuito estará de acuerdo con la intensidad del cortocircuito que pueda presentarse en un punto de la instalación, y para la protección contra el calentamiento de las líneas se regularán para una temperatura inferior a los 60 °C. Llevarán marcadas la intensidad y tensión nominal de funcionamiento, así como el signo indicador de su desconexión. Estos automáticos magnetotérmicos serán de corte omnipolar, cortando la fase y neutro a la vez cuando actúe la desconexión.

Los interruptores diferenciales serán como mínimo de alta sensibilidad (30 mA) y además de corte omnipolar. Podrán ser “puros”, cuando cada uno de los circuitos vayan alojados en tubo o conducto independiente una vez que salen del cuadro de distribución, o del tipo con protección magnetotérmica incluida cuando los diferentes circuitos deban ir canalizados por un mismo tubo.

Los fusibles a emplear para proteger los circuitos secundarios o en la centralización de contadores serán calibrados a la intensidad del circuito que protejan. Se dispondrán sobre material aislante e incombustible, y estarán contruidos de tal forma que no se pueda proyectar metal al fundirse. Deberán poder ser reemplazados bajo tensión sin peligro alguno, y llevarán marcadas la intensidad y tensión nominales de trabajo.

4.5.7.11 Puntos de utilización

Las tomas de corriente a emplear serán de material aislante, llevarán marcadas su intensidad y tensión nominales de trabajo y dispondrán, como norma general, todas ellas de puesta a tierra. El número de tomas de corriente a instalar, en función de los m² de la vivienda y el grado de electrificación, será como mínimo el indicado en la instrucción ITC-BT-25 en su apartado 4.

4.5.7.12 Puesta a tierra

Las puestas a tierra podrán realizarse mediante placas de 500x500x3 mm o bien mediante electrodos de 2 m de longitud, colocando sobre su conexión con el conductor de enlace su correspondiente arqueta registrable de toma de tierra, y el respectivo borne de comprobación o dispositivo de conexión. El valor de la resistencia será inferior a 20 ohmios.

4.5.7.13 Condiciones generales de ejecución de las instalaciones

Las cajas generales de protección se situarán en el exterior del portal o en la fachada del edificio, según la instrucción ITC-BT-13, artículo 1.1. Si la caja es metálica, deberá llevar un borne para su puesta a tierra.

La centralización de contadores se efectuará en módulos prefabricados, siguiendo la instrucción ITC-BT-16 y la norma u homologación de la compañía suministradora, y se procurará que las derivaciones en estos módulos se distribuyan independientemente, cada una alojada en su tubo protector correspondiente.

El local de situación no debe ser húmedo, y estará suficientemente ventilado e iluminado. Si la cota del suelo es inferior a la de los pasillos o locales colindantes, deberán disponerse sumideros de desagüe para que, en caso de avería, descuido o rotura de tuberías de agua, no puedan producirse inundaciones en el local. Los contadores se colocarán a una altura mínima del suelo de 0,50 m y máxima de 1,80 m, y entre el contador más saliente y la pared opuesta deberá respetarse un pasillo de 1,10 m, según la instrucción ITC-BT-16, artículo 2.2.1.

El tendido de las derivaciones individuales se realizará a lo largo de la caja de la escalera de uso común, pudiendo efectuarse por tubos empotrados o superficiales, o por canalizaciones prefabricadas, según se define en la instrucción ITC-BT-14.

Los cuadros generales de distribución se situarán en el interior de las viviendas, lo más cerca posible a la entrada de la derivación individual, a poder ser próximo a la puerta, y en lugar fácilmente accesible y de uso general.

Deberán estar realizados con materiales no inflamables, y se situarán a una distancia tal que entre la superficie del pavimento y los mecanismos de mando haya 200 cm.

En el mismo cuadro se dispondrá un borne para la conexión de los conductores de protección de la instalación interior con la derivación de la línea principal de tierra. Por tanto, a cada cuadro de derivación individual entrará un conductor de fase, uno de neutro y un conductor de protección.

El conexionado entre los dispositivos de protección situados en estos cuadros se ejecutará ordenadamente, procurando disponer regletas de conexionado para los conductores activos y para el conductor de protección. Se fijará sobre los mismos un letrero de material metálico en el que debe estar indicado el nombre del instalador, el grado de electrificación y la fecha en la que se ejecutó la instalación. La ejecución de las instalaciones interiores de los edificios se efectuará bajo tubos protectores, siguiendo preferentemente líneas paralelas a las verticales y horizontales que limitan el local donde se efectuará la instalación.

Deberá ser posible la fácil introducción y retirada de los conductores en los tubos después de haber sido colocados y fijados éstos y sus accesorios, debiendo disponer de los registros que se consideren convenientes.

Los conductores se alojarán en los tubos después de ser colocados éstos. La unión de los conductores en los empalmes o derivaciones no se podrá efectuar por simple retorcimiento o arrollamiento entre sí de los conductores, sino que deberá realizarse siempre utilizando bornes de conexión montados individualmente o constituyendo bloques o regletas de conexión, pudiendo utilizarse bridas de conexión. Estas uniones se realizarán siempre en el interior de las cajas de empalme o derivación.

No se permitirán más de tres conductores en los bornes de conexión.

Las conexiones de los interruptores unipolares se realizarán sobre el conductor de fase.

No se utilizará un mismo conductor neutro para varios circuitos.

Todo conductor debe poder seccionarse en cualquier punto de la instalación en la que derive.

Los conductores aislados colocados bajo canales protectores o bajo molduras se deberá instalar de acuerdo con lo establecido en la instrucción ITC-BT-20.

Las tomas de corriente de una misma habitación deben estar conectadas a la misma fase. En caso contrario, entre las tomas alimentadas por fases distintas debe haber una separación de 1,5 m, como mínimo.

Las cubiertas, tapas o envolturas, manivela y pulsadores de maniobra de los aparatos instalados en cocinas, cuartos de baño o aseos, así como en aquellos locales en los que las paredes y suelos sean conductores, serán de material aislante.

Para las instalaciones en cuartos de baño o aseos, y siguiendo la instrucción ITC-BT-27, se tendrán en cuenta los siguientes volúmenes y prescripciones para cada uno de ellos:

- Volumen 0

Comprende el interior de la bañera o ducha. Grado de protección IPX7. Cableado limitado al necesario para alimentar los aparatos eléctricos fijos situados en este volumen. No se permiten mecanismos. Aparatos fijos que únicamente pueden ser instalados en el volumen 0 y deben ser adecuados a las condiciones de este volumen.

- Volumen 1

Está limitado por el plano horizontal superior al volumen 0, el plano horizontal situado a 2,25 m por encima del suelo y el plano vertical alrededor de la bañera o ducha. Grado de protección IPX4; IPX2, por encima del nivel más alto de un difusor fijo e IPX5, en equipo eléctrico de bañeras de hidromasaje y en los baños comunes en los que se puedan producir chorros de agua durante la limpieza de los mismos. Cableado limitado al necesario para alimentar los aparatos eléctricos fijos situados en los volúmenes 0 y 1. No se permiten mecanismos, con la excepción de interruptores de circuitos MBTS alimentados a una tensión nominal de 12 V de valor eficaz en alterna o de 30 V en continua, estando la fuente de alimentación instalada fuera de los volúmenes 0, 1 y 2. Aparatos fijos alimentados a MBTS no superior a 12 V ca ó 30 V cc.

- Volumen 2

Limitado por el plano vertical exterior al volumen 1, el plano horizontal y el plano vertical exterior a 0,60 m y el suelo y el plano horizontal situado a 2,25 m por encima del suelo. Grado de protección igual que en el volumen 1. Cableado limitado al necesario para alimentar los aparatos eléctricos fijos situados en los volúmenes 0, 1 y 2, y la parte del volumen 3 situado por debajo de la bañera o ducha. No se permiten mecanismos, con la excepción de interruptores o bases de circuitos MBTS cuya fuente de alimentación este instalada fuera de los volúmenes 0, 1 y 2. Aparatos fijos igual que en el volumen 1.

- Volumen 3

Limitado por el plano vertical exterior al volumen 2, el plano vertical situado a una distancia 2,4 m de éste y el suelo y el plano horizontal situado a 2,25 m de él.

Grado de protección IPX5, en los baños comunes, cuando se puedan producir chorros de agua durante la limpieza de los mismos. Cableado limitado al necesario para alimentar los aparatos eléctricos fijos situados en los volúmenes 0, 1, 2 y 3. Se permiten como mecanismos las bases sólo si están protegidas bien por un transformador de aislamiento; o por MBTS; o por un interruptor automático de la alimentación con un dispositivo de protección por corriente diferencial de valor no superior a los 30 mA. Se permiten los aparatos fijos sólo si están protegidos bien por un transformador de aislamiento; o por MBTS; o por un dispositivo de protección de corriente diferencial de valor no superior a los 30 mA.

Las instalaciones eléctricas deberán presentar una resistencia mínima del aislamiento por lo menos igual a $1.000 \times U$ ohmios, siendo U la tensión máxima de servicio expresada en voltios, con un mínimo de 250.000 ohmios.

El aislamiento de la instalación eléctrica se medirá con relación a tierra y entre conductores mediante la aplicación de una tensión continua, suministrada por un generador que proporcione en vacío una tensión comprendida entre los 500 y los 1.000 voltios, y como mínimo 250 voltios, con una carga externa de 100.000 ohmios.

Se dispondrá punto de puesta a tierra accesible y señalizado, para poder efectuar la medición de la resistencia de tierra.

Todas las bases de toma de corriente situadas en la cocina, cuartos de baño, cuartos de aseo y lavaderos, así como de usos varios, llevarán obligatoriamente un contacto de toma de tierra. En cuartos de baño y aseos se realizarán las conexiones equipotenciales.

Los circuitos eléctricos derivados llevarán una protección contra sobrecargas, mediante un interruptor automático o un fusible de cortocircuito, que se deberán instalar siempre sobre el conductor de fase propiamente dicho, incluyendo la desconexión del neutro.

Los apliques del alumbrado situados al exterior y en la escalera se conectarán a tierra siempre que sean metálicos.

La placa de pulsadores del aparato de telefonía, así como el cerrojo eléctrico y la caja metálica del transformador reductor si éste no estuviera homologado con las normas UNE, deberán conectarse a tierra.

Los aparatos electrodomésticos instalados y entregados con las viviendas deberán llevar en sus clavijas de enchufe un dispositivo normalizado de toma de tierra. Se procurará que estos aparatos estén homologados según las normas UNE.

Los mecanismos se situarán a las alturas indicadas en las normas de instalaciones eléctricas de baja tensión.

4.5.8 Movimiento de tierras

4.5.8.1 Explanación y préstamos

Consiste en el conjunto de operaciones para excavar, evacuar, rellenar y nivelar el terreno así como las zonas de préstamos que puedan necesitarse y el consiguiente transporte de los productos removidos a depósito o lugar de empleo.

4.5.8.2 Ejecución de las obras

Una vez terminadas las operaciones de desbroce del terreno, se iniciarán las obras de excavación, ajustándose a las alineaciones, pendientes, dimensiones y demás información contenida en los planos.

La tierra vegetal que se encuentre en las excavaciones, que no se hubiera extraído en el desbroce, se aceptará para su utilización posterior en protección de superficies erosionables.

En cualquier caso, la tierra vegetal extraída se mantendrá separada del resto de los productos excavados.

Todos los materiales que se obtengan de la excavación, excepción hecha de la tierra vegetal, se podrán utilizar en la formación de rellenos y demás usos fijados en este pliego y se transportarán directamente a las zonas previstas dentro del solar, o vertedero si no tuvieran aplicación dentro de la obra.

En cualquier caso no se desechará ningún material excavado sin previa autorización. Durante las diversas etapas de la construcción de la explanación, las obras se mantendrán en perfectas condiciones de drenaje.

El material excavado no se podrá colocar de forma que represente un peligro para construcciones existentes, por presión directa o por sobrecarga de los rellenos contiguos.

Las operaciones de desbroce y limpieza se efectuaran con las precauciones necesarias, para evitar daño a las construcciones colindantes y existentes.

Los árboles a derribar caerán hacia el centro de la zona objeto de la limpieza, acotándose las zonas de vegetación o arbolado destinadas a permanecer en su sitio.

Todos los tocones y raíces mayores de 10 cm de diámetro serán eliminados hasta una profundidad no inferior a 50 cm por debajo de la rasante de excavación y no menor de 15 cm por debajo de la superficie natural del terreno.

Todos los huecos causados por la extracción de tocones y raíces se rellenarán con material análogo al existente, compactándose hasta que su superficie se ajuste al nivel pedido.

No existe obligación por parte del constructor de trocear la madera a longitudes inferiores a 3 m.

La ejecución de estos trabajos se realizara produciendo las menores molestias posibles a las zonas habitadas próximas al terreno desbrozado.

4.5.8.3 Medición y abono

La excavación de la explanación se abonará por m³ realmente excavados, medidos por diferencia entre los datos iniciales, tomados inmediatamente antes de iniciar los trabajos, y los datos finales, tomados inmediatamente después de concluidos. La medición se hará sobre los perfiles obtenidos.

4.5.8.4 Excavación en zanjas y pozos

Consiste en el conjunto de operaciones necesarias para conseguir emplazamiento adecuado para las obras de fábrica y estructuras, y sus cimentaciones; comprenden zanjas de drenaje u otras análogas. Su ejecución incluye las operaciones de excavación, nivelación y evacuación del terreno y el consiguiente transporte de los productos removidos a depósito o lugar de empleo.

4.5.9 Ahorro de energía

4.5.9.1 Condiciones técnicas exigibles a los materiales aislantes

Serán como mínimo las especificadas en el cálculo del coeficiente de transmisión térmica de calor. A tal efecto, y en cumplimiento del artículo 4.1 del DB-HE-1 del CTE, el fabricante garantizará los valores de las características higrotérmicas, que a continuación se señalan:

- Conductividad térmica: definida con el procedimiento o método de ensayo que en cada caso establezca la norma UNE correspondiente.
- Densidad aparente: se indicará la densidad aparente de cada uno de los tipos de productos fabricados.
- Permeabilidad al vapor de agua: deberá indicarse para cada tipo, con indicación del método de ensayo para cada tipo de material establezca la norma UNE correspondiente.

- Absorción de agua por volumen: para cada uno de los tipos de productos fabricados.
- Otras propiedades: en cada caso concreto según criterio de la dirección facultativa, en función del empleo y condiciones en que se vaya a colocar el material aislante, podrá además exigirse:
- Resistencia a la compresión.
- Resistencia a la flexión.
- Envejecimiento ante la humedad, el calor y las radiaciones.
- Deformación bajo carga (módulo de elasticidad).
- Comportamiento frente a parásitos.
- Comportamiento frente a agentes químicos.
- Comportamiento frente al fuego.

4.5.9.2 Control, recepción y ensayos de los materiales aislantes

En cumplimiento del artículo 4.3 del DB-HE 1 del CTE, deberán cumplirse las siguientes condiciones:

- El suministro de los productos será objeto de convenio entre el consumidor y el fabricante, ajustado a las condiciones particulares que figuran en el presente trabajo.
- El fabricante garantizará las características mínimas exigibles a los materiales, para lo cual, realizará los ensayos y controles que aseguran el autocontrol de su producción.

- Todos los materiales aislantes a emplear vendrán avalados por sello o marca de calidad, por lo que podrá realizarse su recepción, sin necesidad de efectuar comprobaciones o ensayos.

4.5.9.3 Ejecución

Deberá realizarse conforme a las especificaciones de los detalles constructivos, contenidos en los planos del presente trabajo complementados con las instrucciones que la dirección facultativa dicte durante la ejecución de las obras.

4.5.9.4 Obligaciones del constructor

El constructor realizará y comprobará los pedidos de los materiales aislantes de acuerdo con las especificaciones del presente trabajo.

4.5.9.5 Obligaciones de la dirección facultativa

La dirección facultativa de las obras, comprobará que los materiales recibidos reúnen las características exigibles, así como que la ejecución de la obra se realiza de acuerdo con las especificaciones del presente trabajo, en cumplimiento de los artículos 4.3 y 5.2 del DB-HE 1 del CTE.

4.5.10 DB-SI seguridad en caso de incendio

4.5.10.1 Condiciones técnicas exigibles a los materiales

Los materiales a emplear en la construcción del edificio de referencia, se clasifican a los efectos de su reacción ante el fuego, de acuerdo con el Real Decreto 312/2005, de 18 de marzo, por el que se aprueba la clasificación de los productos de construcción y de los elementos constructivos en función de sus propiedades de reacción y de resistencia frente al fuego.

Los fabricantes de materiales que se empleen vistos o como revestimiento o acabados superficiales, en el caso de no figurar incluidos en el capítulo 1.2 del

Real Decreto 312/2005, deberán acreditar su grado de combustibilidad mediante los oportunos certificados de ensayo, realizados en laboratorios oficialmente homologados para poder ser empleados.

Aquellos materiales con tratamiento adecuado para mejorar su comportamiento ante el fuego (materiales ignifugados), serán clasificados por un laboratorio oficialmente homologado, fijando en un certificado el periodo de validez de la ignifugación.

Pasado el tiempo de validez de la ignifugación, el material deberá ser sustituido por otro de la misma clase obtenida inicialmente mediante la ignifugación, o sometido a nuevo tratamiento que restituya las condiciones iniciales de ignifugación.

Los materiales que sean de difícil sustitución y aquellos que vayan situados en el exterior, se consideran con clase que corresponda al material sin ignifugación. Si dicha ignifugación fuera permanente, podrá ser tenida en cuenta.

4.5.10.2 Condiciones técnicas exigibles a los elementos constructivos

La resistencia ante el fuego de los elementos y productos de la construcción queda fijado por un tiempo, t , durante el cual dicho elemento es capaz de mantener las características de resistencia al fuego, estas características vienen definidas por la siguiente clasificación: capacidad portante (R), integridad (E), aislamiento (I), radiación (W), acción mecánica (M), cierre automático (C), estanqueidad al paso de humos (S), continuidad de la alimentación eléctrica o de la transmisión de señal (P ó HP), resistencia a la combustión de hollines (G), capacidad de protección contra incendios (K), duración de la estabilidad a temperatura constante (D), duración de la estabilidad considerando la curva normalizada tiempo-temperatura (DH), funcionalidad de los extractores mecánicos de humo y calor (F), funcionalidad de los extractores pasivos de humo y calor (B).

La comprobación de dichas condiciones para cada elemento constructivo, se verificará mediante los ensayos descritos en las normas UNE que figuran en las tablas del Anexo III del Real Decreto 312/2005.

En el anejo C del DB-SI del CTE se establecen los métodos simplificados que permiten determinar la resistencia de los elementos de hormigón ante la acción representada por la curva normalizada tiempo-temperatura.

En el anejo D del DB-SI del CTE se establece un método simplificado para determinar la resistencia de los elementos de acero ante la acción representada por una curva normalizada tiempo-temperatura.

En el anejo E del DB-SI del CTE se establece un método simplificado de cálculo que permite determinar la resistencia al fuego de los elementos estructurales de madera ante la acción representada por una curva normalizada tiempo-temperatura.

En el anejo F del DB-SI del CTE se encuentran tabuladas las resistencias al fuego de elementos de fábrica de ladrillo cerámico o silicocalcáreo y de los bloques de hormigón, ante la exposición térmica, según la curva normalizada tiempo-temperatura.

Los elementos constructivos se califican mediante la expresión de su condición de resistentes al fuego (RF), así como de su tiempo, t , en minutos, durante el cual mantiene dicha condición.

Los fabricantes de materiales específicamente destinados a proteger o aumentar la resistencia ante el fuego de los elementos constructivos, deberán demostrar mediante certificados de ensayo las propiedades de comportamiento ante el fuego que figuren en su documentación.

Los fabricantes de otros elementos constructivos que hagan constar en la documentación técnica de los mismos su clasificación a efectos de resistencia

ante el fuego, deberán justificarlo mediante los certificados de ensayo en que se basan.

La realización de dichos ensayos, deberá llevarse a cabo en laboratorios oficialmente homologados para este fin por la administración del estado.

4.5.11 Instalaciones

4.5.11.1 Instalaciones propias del edificio

Las instalaciones del edificio deberán cumplir con lo establecido en el artículo 3 del DB-SI 1 Espacios ocultos. Paso de instalaciones a través de elementos de compartimentación de incendios.

4.5.11.2 Instalaciones de protección contra incendios. Extintores móviles

Las características, criterios de calidad y ensayos de los extintores móviles, se ajustarán a lo especificado en el Reglamento de Aparatos a Presión así como a las siguientes normas: UNE 23-110/75, UNE 23-110/80 y UNE 23-110/82.

Los extintores se clasifican en los siguientes tipos, según el agente extintor:

- Extintores de agua.
- Extintores de espuma.
- Extintores de polvo.
- Extintores de anhídrido carbonizo (CO₂).
- Extintores de hidrocarburos halogenados.
- Extintores específicos para fuegos de metales.

Los agentes de extinción contenidos en extintores portátiles cuando consistan en polvos químicos, espumas o hidrocarburos halogenados, se ajustarán a las siguientes normas: UNE 23-601/79, UNE 23-602/81 y UNE 23-607/82.

En todo caso la eficacia de cada extintor, así como su identificación, según UNE 23-110/75, estará consignada en la etiqueta del mismo.

Se consideran extintores portátiles aquellos cuya masa sea igual o inferior a 20 kg. Si dicha masa fuera superior, el extintor dispondrá de un medio de transporte sobre ruedas.

Se instalará el tipo de extintor adecuado en función de las clases de fuego establecidas en la norma UNE 23-010/76.

En caso de utilizarse en un mismo local extintores de distintos tipos, se tendrá en cuenta la posible incompatibilidad entre los distintos agentes extintores.

Los extintores se situarán conforme a los siguientes criterios:

- Se situarán donde exista mayor probabilidad de originarse un incendio, próximos a las salidas de los locales y siempre en lugares de fácil visibilidad y acceso.
- Su ubicación deberá señalizarse, conforme a lo establecido en la norma UNE 23-033-81.
- Los extintores portátiles se colocarán sobre soportes fijados a paramentos verticales o pilares, de forma que la parte superior del extintor quede como máximo a 1,70 m del suelo.
- Los extintores que estén sujetos a posibles daños físicos, químicos o atmosféricos deberán estar protegidos.

4.5.11.4 Condiciones de mantenimiento y uso

Todas las instalaciones y medios a que se refiere el DB-SI 4 Detección, control y extinción del incendio, deberán conservarse en buen estado.

En particular, los extintores móviles, deberán someterse a las operaciones de mantenimiento y control de funcionamiento exigibles, según lo que estipule el Reglamento de Instalaciones de Protección contra Incendios.

4.5.12 Centro de transformación

4.5.12.1 Obra civil

La(s) envolvente(s) empleada(s) en la ejecución de este trabajo cumplirán las condiciones generales prescritas en el MIE-RAT 14, Instrucción Primera del Reglamento de Seguridad en Centrales Eléctricas, en lo referente a su inaccesibilidad, pasos y accesos, conducciones y almacenamiento de fluidos combustibles y de agua, alcantarillado, canalizaciones, cuadros y pupitres de control, celdas, ventilación, paso de líneas y canalizaciones eléctricas a través de paredes, muros y tabiques. Señalización, sistemas contra incendios, alumbrados, primeros auxilios, pasillos de servicio y zonas de protección y documentación.

4.5.12.2 Aparamenta de Media Tensión

Las celdas empleadas serán prefabricadas, con envolvente metálica, y que utilicen gas para cumplir dos misiones:

- Aislamiento: El aislamiento integral en gas confiere a la aparamenta sus características de resistencia al medio ambiente, bien sea a la polución del aire, a la humedad, o incluso a la eventual sumersión del centro por efecto de riadas.

Por ello, esta característica es esencial especialmente en las zonas con alta polución, en las zonas con clima agresivo (costas marítimas y zonas húmedas) y en las zonas más expuestas a riadas o entradas de agua en el centro.

- Corte: El corte en gas resulta más seguro que el aire, debido a lo explicado para el aislamiento.

Igualmente, las celdas empleadas habrán de permitir la extensibilidad "in situ" del centro, de forma que sea posible añadir más líneas o cualquier otro tipo de

función, sin necesidad de cambiar la aparamenta previamente existente en el centro.

Las celdas podrán incorporar protecciones del tipo autoalimentado, es decir, que no necesitan imperativamente alimentación externa. Igualmente, estas protecciones serán electrónicas, dotadas de curvas CEI normalizadas (bien sean normalmente inversas, muy inversas o extremadamente inversas), y entrada para disparo por termostato sin necesidad de alimentación auxiliar.

4.5.12.3 Transformadores de potencia

El transformador o transformadores instalados en este Centro de Transformación serán trifásicos, con neutro accesible en el secundario y demás características según lo indicado en la Memoria en los apartados correspondientes a potencia, tensiones primarias y secundarias, regulación en el primario, grupo de conexión, tensión de cortocircuito y protecciones propias del transformador.

Estos transformadores se instalarán, en caso de incluir un líquido refrigerante, sobre una plataforma ubicada encima de un foso de recogida, de forma que en caso de que se derrame e incendie, el fuego quede confinado en la celda del transformador, sin difundirse por los pasos de cable ni otras aberturas al resto del Centro de Transformación, si estos son de maniobra interior (tipo caseta).

Los transformadores, para mejor ventilación, estarán situados en la zona de flujo natural de aire, de forma que la entrada de aire esté situada en la parte inferior de las paredes adyacentes al mismo y las salidas de aire en la zona superior de esas paredes.

4.5.12.4 Equipos de medida

Este centro incorpora los dispositivos necesarios para la medida de energía al ser de abonado, por lo que se instalarán en el centro los equipos con características correspondientes al tipo de medida prescrito por la compañía suministradora.

Los equipos empleados corresponderán exactamente con las características indicadas en la Memoria tanto para los equipos montados en la celda de medida (transformadores de tensión e intensidad) como para los montados en la caja de contadores (contadores, regleta de verificación...).

- Puesta en servicio

El personal encargado de realizar las maniobras estará debidamente autorizado y adiestrado.

Las maniobras se realizarán en el siguiente orden: primero se conectará el interruptor/seccionador de entrada, si lo hubiere. A continuación se conectará la aparamenta de conexión siguiente hasta llegar al transformador, con lo cual tendremos a éste trabajando para hacer las comprobaciones oportunas.

Una vez realizadas las maniobras de MT, procederemos a conectar la red de BT.

- Separación de servicio

Estas maniobras se ejecutarán en sentido inverso a las realizadas en la puesta en servicio y no se darán por finalizadas mientras no esté conectado el seccionador de puesta a tierra.

- Mantenimiento

Para dicho mantenimiento se tomarán las medidas oportunas para garantizar la seguridad del personal.

Este mantenimiento consistirá en la limpieza, engrasado y verificado de los componentes fijos y móviles de todos aquellos elementos que fuese necesario.

Las celdas tipo CGMcosmos de ORMAZABAL, empleadas en la instalación, no necesitan mantenimiento interior, al estar aislada su aparamenta interior en gas, evitando de esta forma el deterioro de los circuitos principales de la instalación.

4.5.12.5 Normas de ejecución de las instalaciones

Todos los materiales, aparatos, máquinas, y conjuntos integrados en los circuitos de instalación proyectada cumplen las normas, especificaciones técnicas, y homologaciones que le son establecidas como de obligado cumplimiento por el Ministerio de Ciencia y Tecnología.

Por lo tanto, la instalación se ajustará a los planos, materiales, y calidades de dicho trabajo, salvo orden facultativa en contra.

4.5.12.6 Pruebas reglamentarias

Las pruebas y ensayos a que serán sometidos los equipos y/o edificios una vez terminada su fabricación serán las que establecen las normas particulares de cada producto, que se encuentran en vigor y que aparecen como normativa de obligado cumplimiento en el MIE-RAT 02.

4.5.12.7 Condiciones de uso, mantenimiento y seguridad

El centro deberá estar siempre perfectamente cerrado, de forma que impida el acceso de las personas ajenas al servicio.

En el interior del centro no se podrá almacenar ningún elemento que no pertenezca a la propia instalación.

Para la realización de las maniobras oportunas en el centro se utilizará banquillo, palanca de accionamiento, guantes, etc., y deberán estar siempre en perfecto estado de uso, lo que se comprobará periódicamente.

Se realizarán unas comprobaciones de las resistencias de aislamiento y de tierra de los diferentes componentes de la instalación eléctrica.

Toda la instalación eléctrica debe estar correctamente señalizada y debe disponer de las advertencias e instrucciones necesarias de modo que se impidan los errores de interrupción, maniobras incorrectas, y contactos accidentales con los elementos en tensión o cualquier otro tipo de accidente.

Se colocarán las instrucciones sobre los primeros auxilios que deben presentarse en caso de accidente en un lugar perfectamente visible.

4.5.12.8 Certificados y documentación

Se adjuntarán, para la tramitación de este trabajo ante los organismos públicos competentes, las documentaciones indicadas a continuación:

- Autorización administrativa de la obra.
- Trabajo firmado por un técnico competente.
- Certificado de tensión de paso y contacto, emitido por una empresa homologada.
- Certificación de fin de obra.
- Contrato de mantenimiento.
- Conformidad por parte de la compañía suministradora.

4.5.12.9 Libro de órdenes

Se dispondrá en este centro de un libro de órdenes, en el que se registrarán todas las incidencias surgidas durante la vida útil del citado centro, incluyendo cada visita, revisión, etc.

**TÍTULO: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE GRANJA DESTINADA A
VACUNO CON APOORTE DE ENERGÍA RENOVABLE**

PLANOS

**PETICIONARIO: ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA
AVDA. 19 DE FEBRERO, S/N
15405 - FERROL**

FECHA: SEPTIEMBRE 2014

AUTOR: IVÁN GARCÍA REBOREDO

Fdo.: Iván García Reboredo

5 PLANOS

5.1 Plano de Situación

5.2 Plano de Emplazamiento en polígono

5.3 Plano de Emplazamiento en parcela

5.4 Plano de Distribución

5.5 Plano de acotado

5.6 Plano de Alzado y perfiles

5.7 Plano de Sección

5.8 Plano de Iluminación

5.9 Plano de Fuerza

5.10 Plano de Emergencias

5.11 Plano de Contraincendios

5.12 Plano de Fontanería

5.13 Plano de Saneamiento

5.14 Plano de Montaje de los paneles solares fotovoltaicos

5.15 Plano de Montaje de los paneles solares A.C.S

5.16 Plano de Esquema auxiliar de fotovoltaica

5.17 Plano de Esquema de instalación de ACS

5.18 Plano de Poste de acometida y cimentación

5.19 Plano de Línea de media tensión subterránea

5.20 Plano del Centro de transformación

5.21 Plano de Esquema unifilar centro de transformación

5.22 Plano unifilar del cuadro general principal

5.23 Plano unifilar del cuadro general de alumbrado

5.24 Plano unifilar del cuadro general de fuerza

5.25 Plano unifilar del cuadro secundario de alumbrado 1

5.26 Plano unifilar del cuadro secundario de alumbrado 2

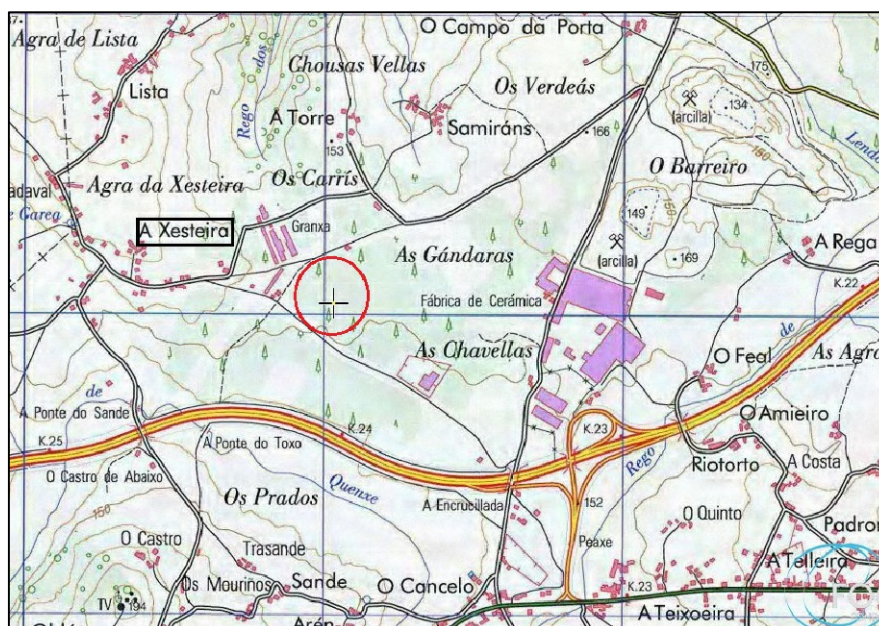
**5.27 Plano unifilar del cuadro secundario de alumbrado de
emergencia1**

**5.28 Plano unifilar del cuadro secundario de alumbrado de
emergencia2**

5.29 Plano unifilar del cuadro secundario de fuerza 1

5.30 Plano unifilar del cuadro secundario de fuerza 2

5.31 Plano de Línea de puesta a tierra



UNIVERSIDADE DA CORUÑA

E. U. P.

GRADO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA

TRABAJO FIN DE GRADO

NÚMERO: 770G02A55

TÍTULO DEL PROYECTO:

INSTALACION ELECTRICA DE GRANJA DESTINADA A VACUNO CON APOORTE DE ENERGIA RENOVABLE

TÍTULO DEL PLANO:

Situación

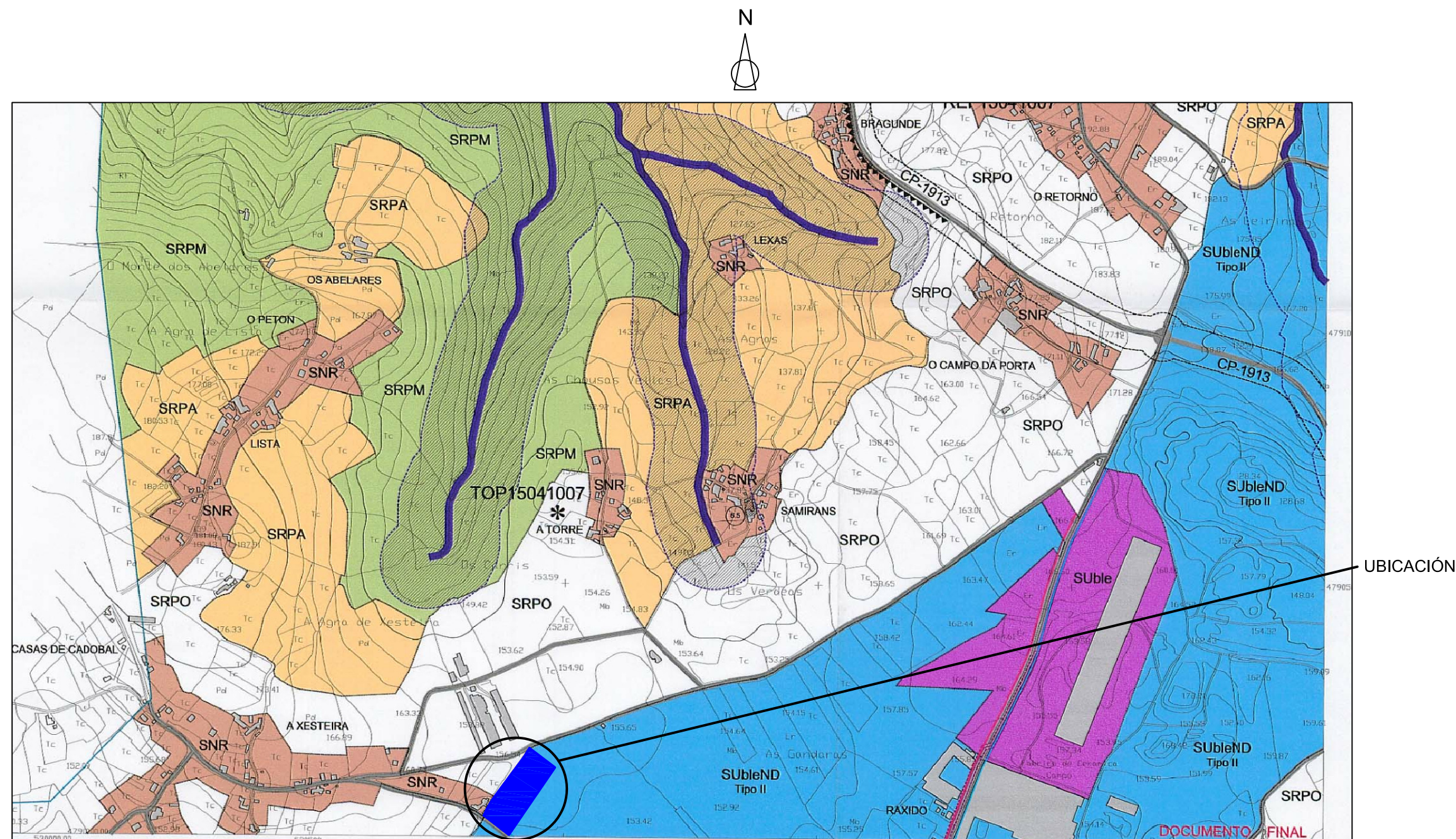
FECHA: SEPTIEMBRE 2014

ESCALA: 1:25000

AUTOR:
IVÁN GARCÍA REBOREDO


FIRMA:

PLANO Nº: 01



POLÍGONO INDUSTRIAL DE LARACHA

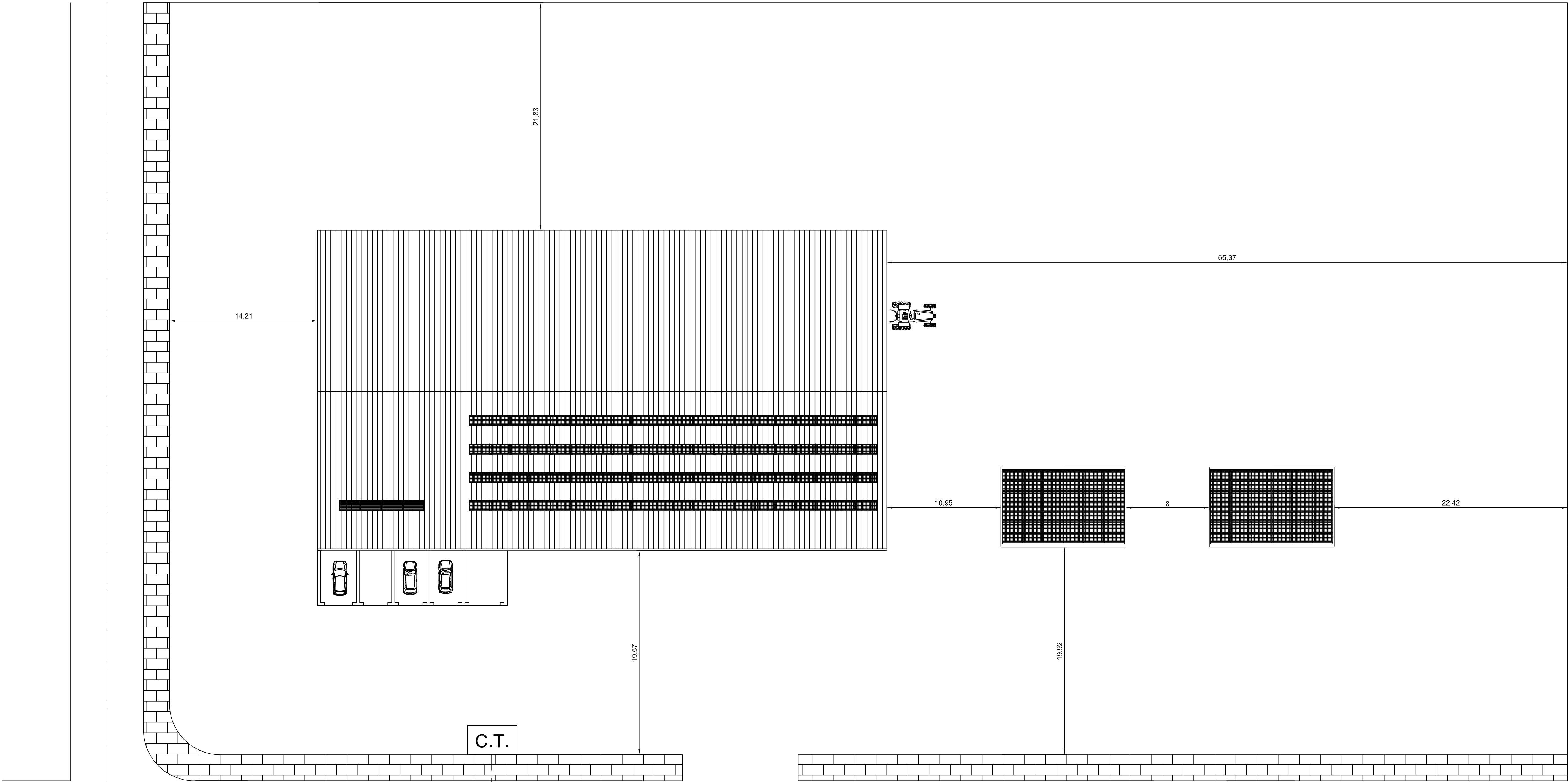
LEYENDA EMPLAZAMIENTO	
SU	Suelo urbano
SNR	Suelo de nucleo rural
SUble	Suele urbanizable transitorio
SUbleD	Suelo urbanizable delimitado
SUbleND	Suelo urbanizable no delimitado
SRPO	Suelo protección ordinaria
SRPN	Suelo protección natural
SRPP	Suelo protección de patrimonio
SRPA	Suelo protección agropecuaria
SRPM	Suelo protección de monte

 UNIVERSIDADE DA CORUÑA		E. U. P. GRADO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA	TRABAJO FIN DE GRADO NÚMERO: 770G02A55
TÍTULO DEL PROYECTO: INSTALACION ELECTRICA DE GRANJA DESTINADA A VACUNO CON APORTE DE ENERGIA RENOVABLE			
TÍTULO DEL PLANO: Emplazamiento en el polígono			FECHA: SEPTIEMBRE 2014
AUTOR: IVÁN GARCÍA REBOREDO		FIRMA:	ESCALA: 1:2000
			PLANO Nº: 02

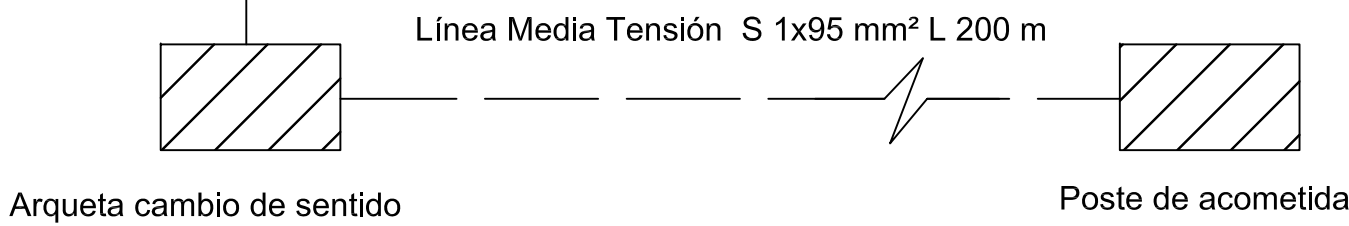



FINCA COLINDANTE

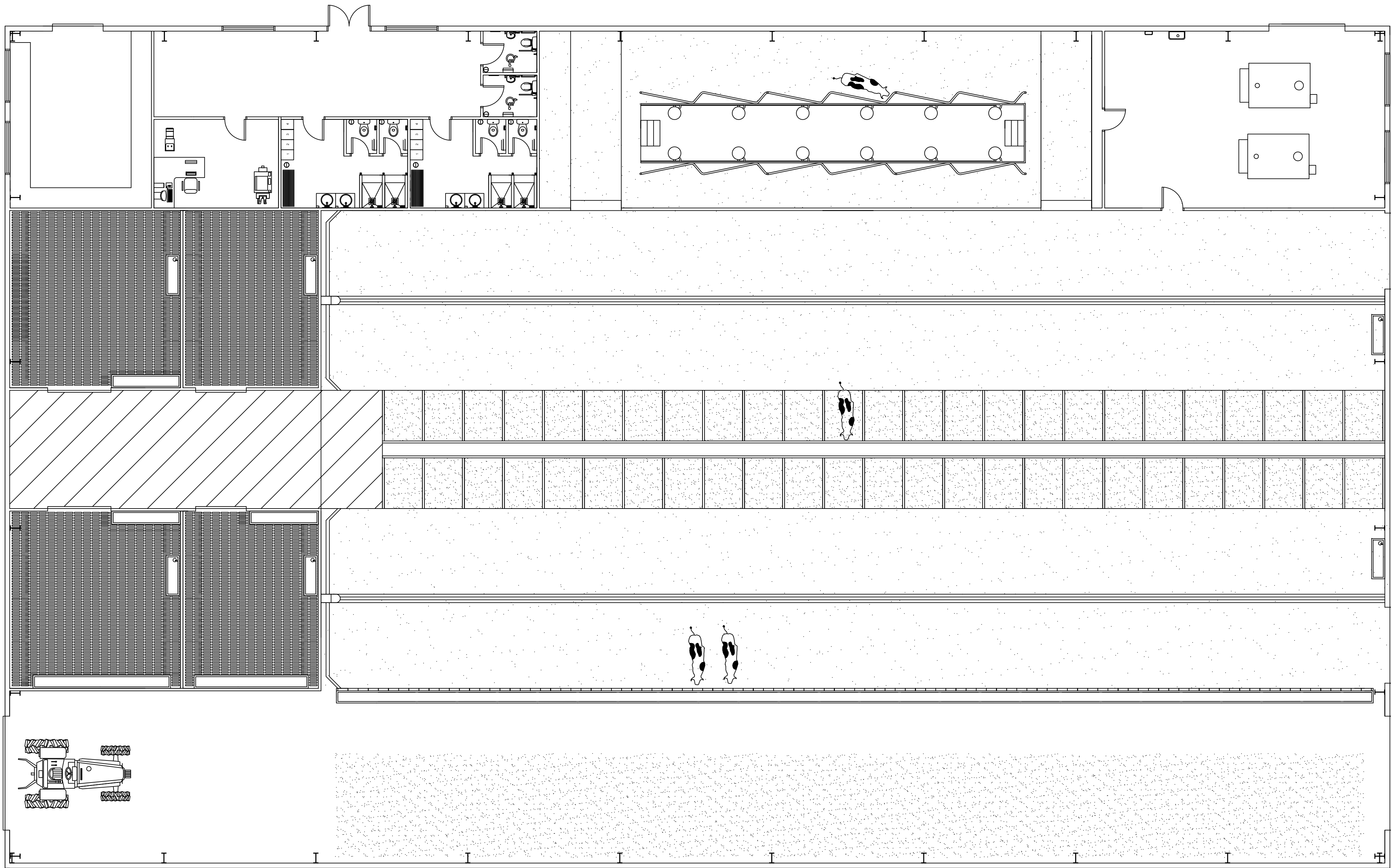
FINCA COLINDANTE




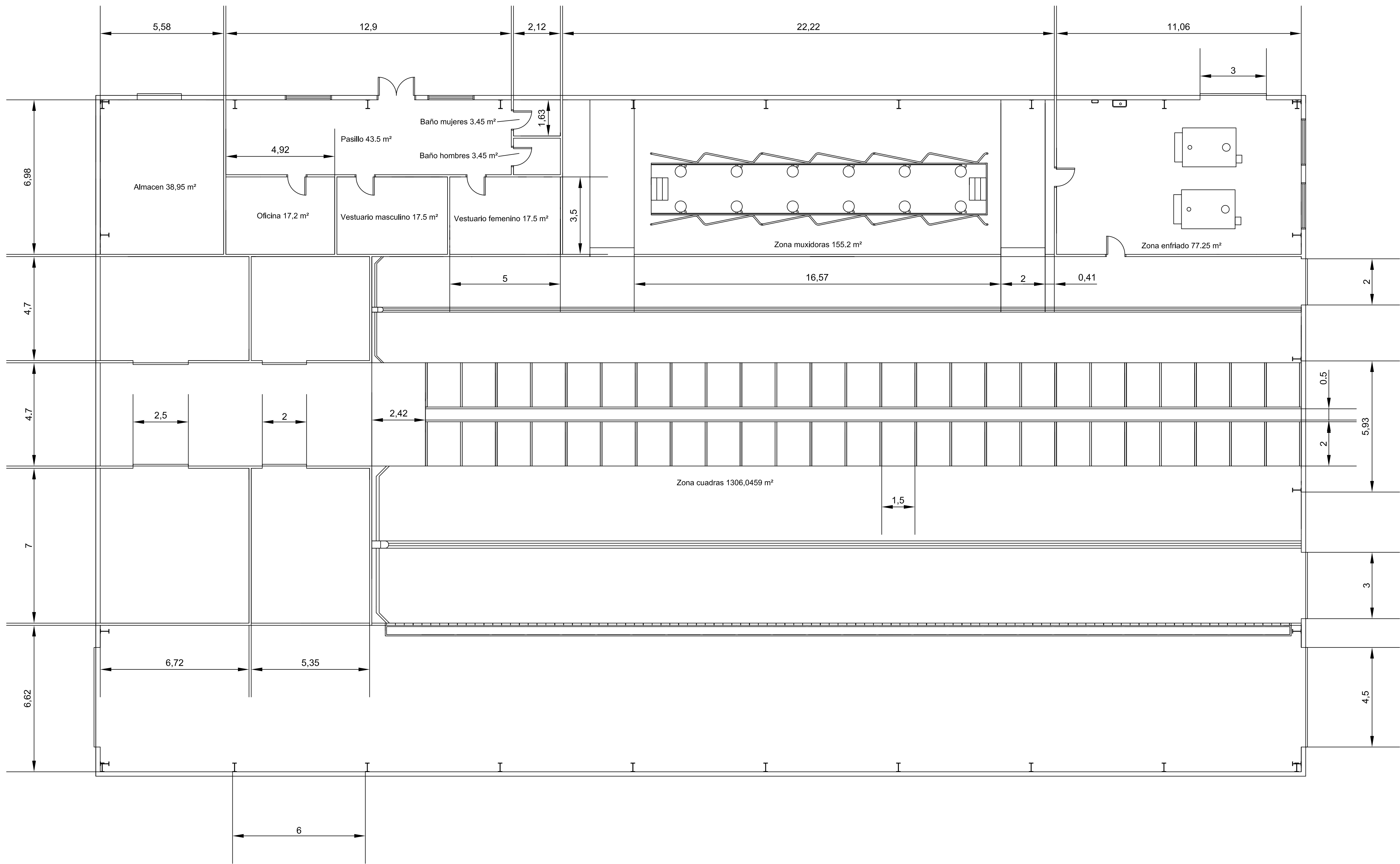
Superficie de la parcela 10211,75 m²
Superficie de la nave 1682,43 m²




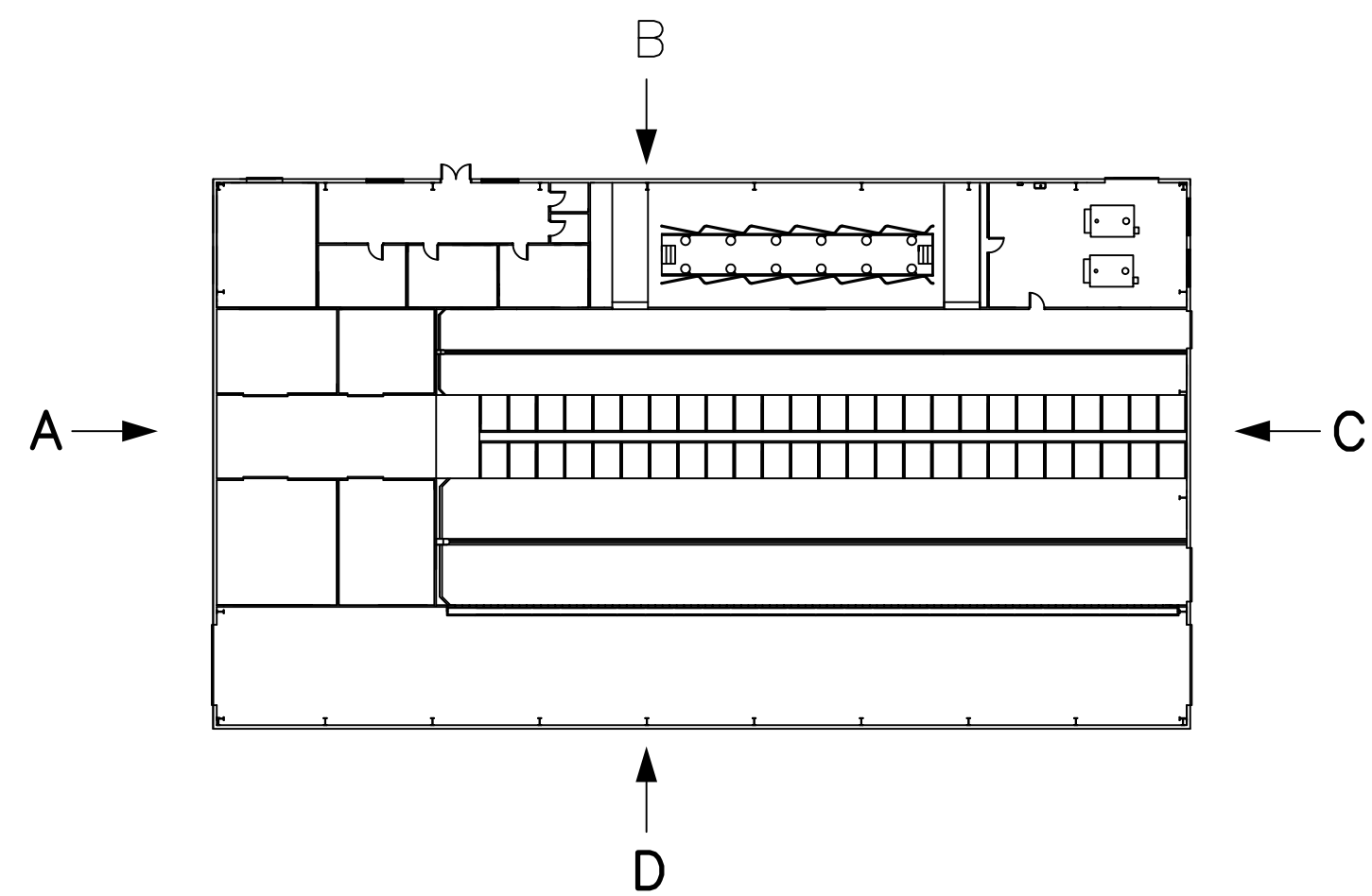
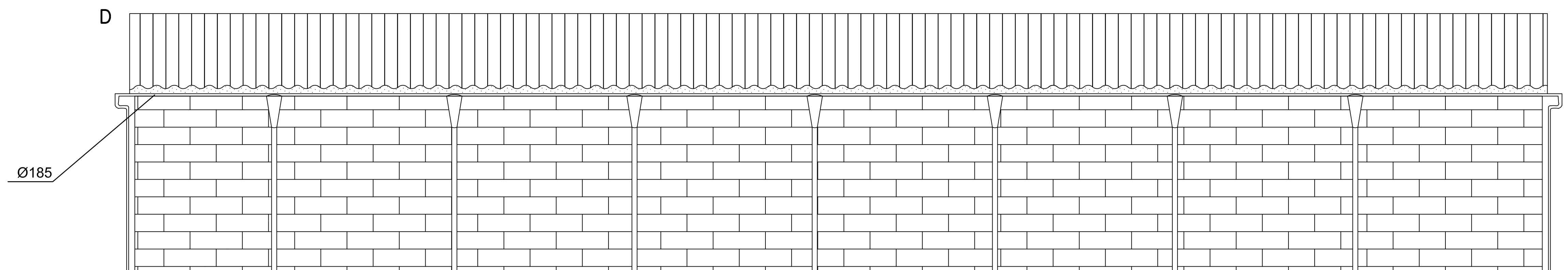
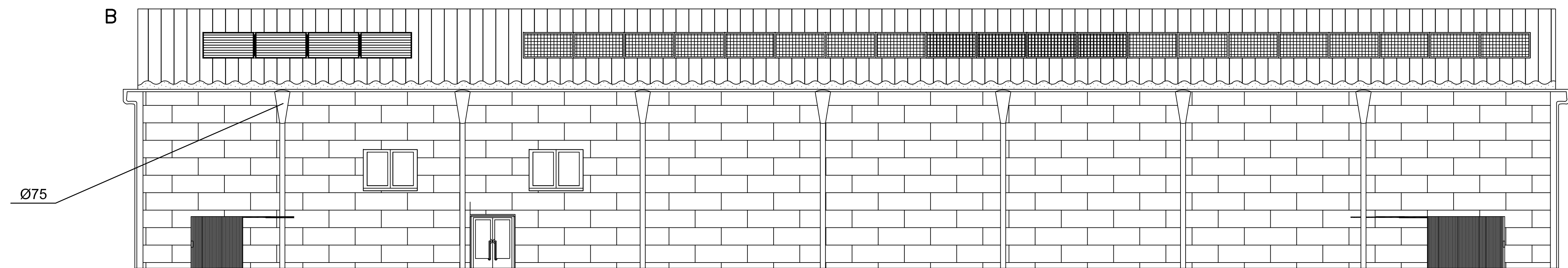
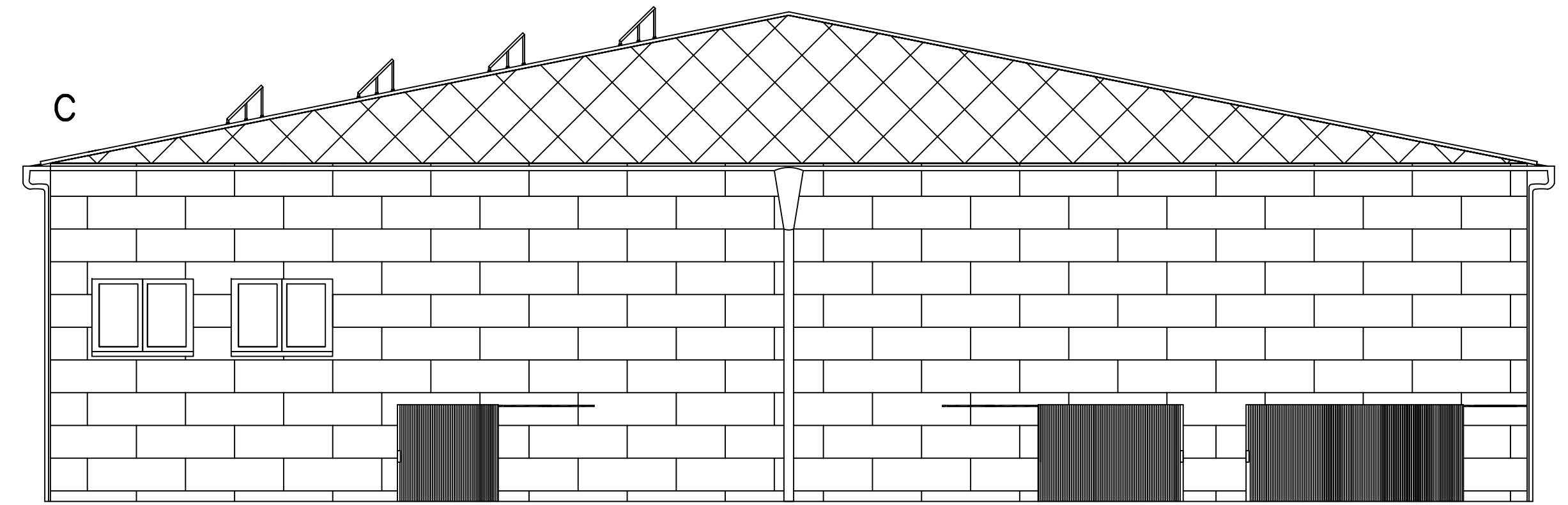
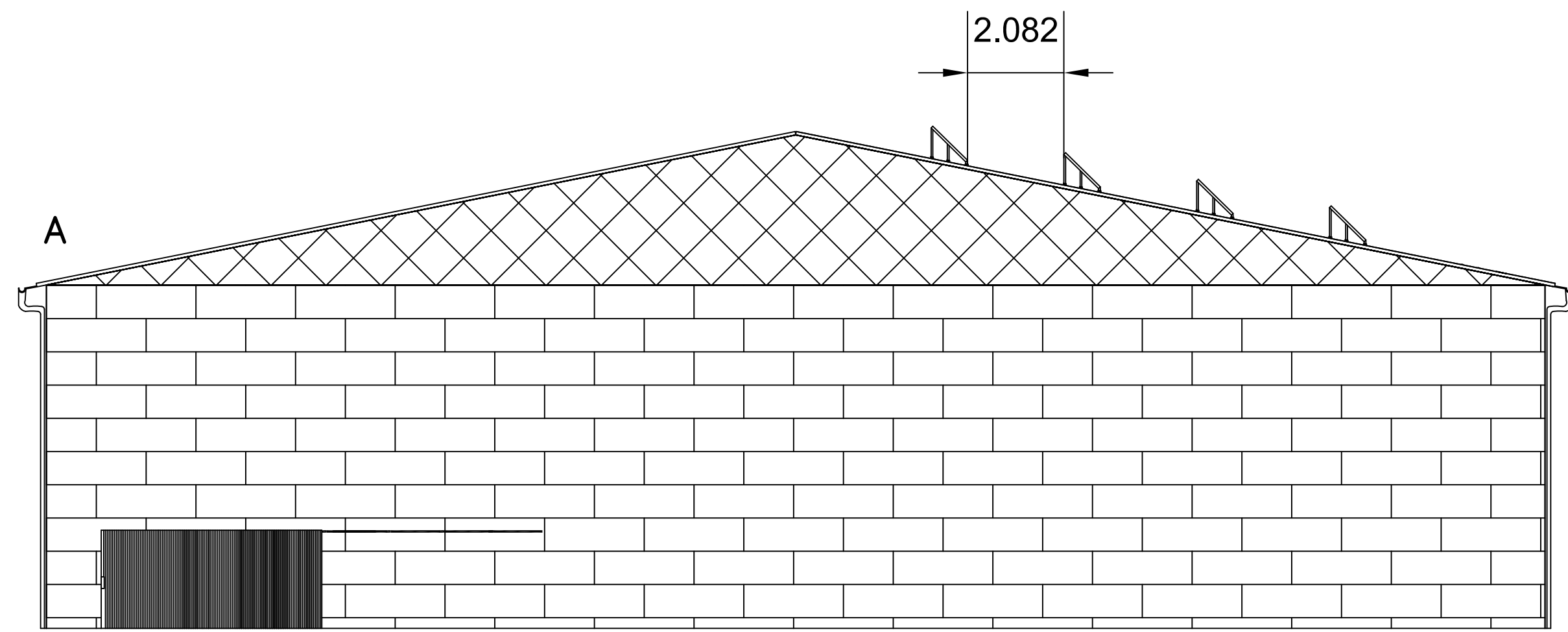
 UNIVERSIDADE DA CORUÑA		E. U. P. GRADO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA	TRABAJO FIN DE GRADO NÚMERO: 770G02A55
TÍTULO DEL PROYECTO: INSTALACION ELECTRICA DE GRANJA DESTINADA A VACUNO CON APORTE DE ENERGIA RENOVABLE			
TÍTULO DEL PLANO: Emplazamiento en parcela			FECHA: SEPTIEMBRE 2014
AUTOR: IVÁN GARCÍA REBOREDO		FIRMA:	ESCALA: 1:200
			PLANO Nº: 03




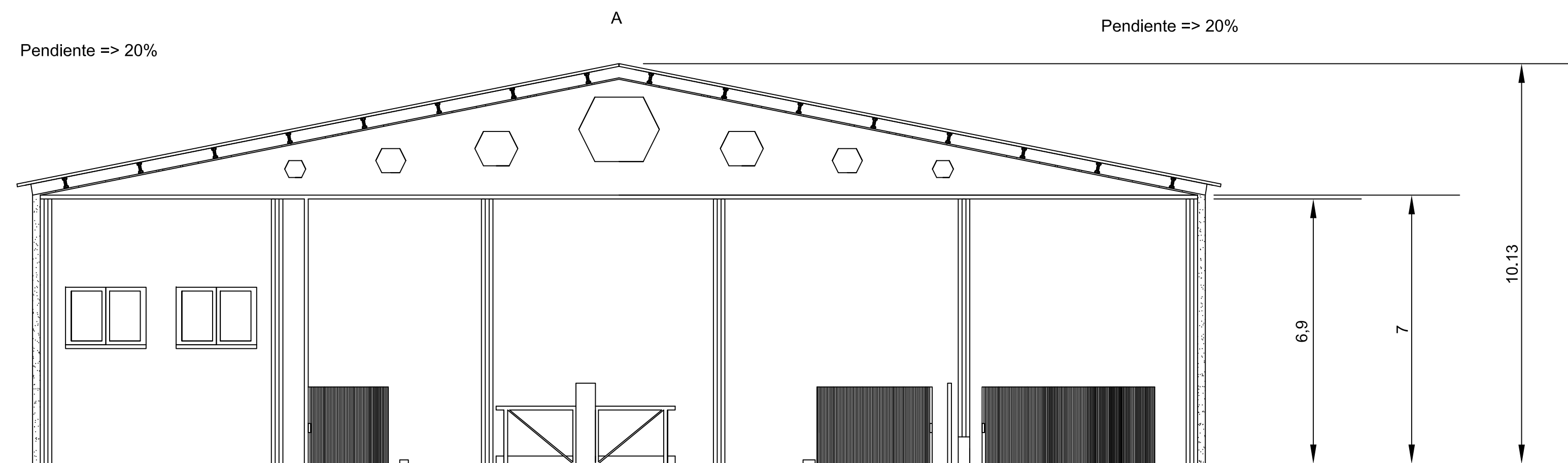
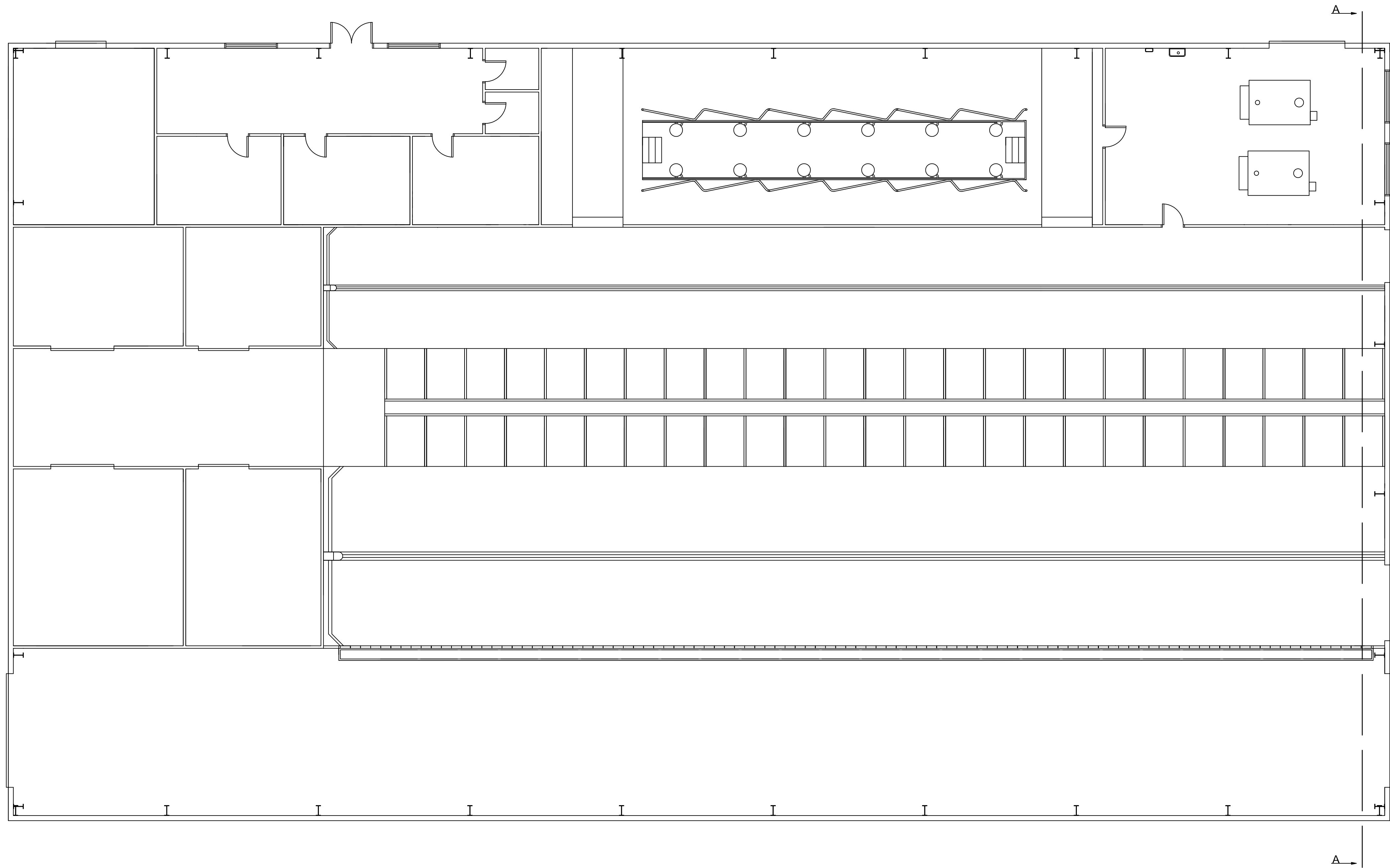
<div> UNIVERSIDADE DA CORUÑA</div> <div>E. U. P. GRADO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA</div>		TRABAJO FIN DE GRADO NÚMERO: 770G02A55
TÍTULO DEL PROYECTO: INSTALACION ELECTRICA DE GRANJA DESTINADA A VACUNO CON APORTE DE ENERGIA RENOVABLE		
TÍTULO DEL PLANO: Distribución con mobiliario		FECHA: SEPTIEMBRE 2014
AUTOR: IVÁN GARCÍA REBOREDO	FIRMA:	ESCALA: 1:100
		PLANO Nº: 04




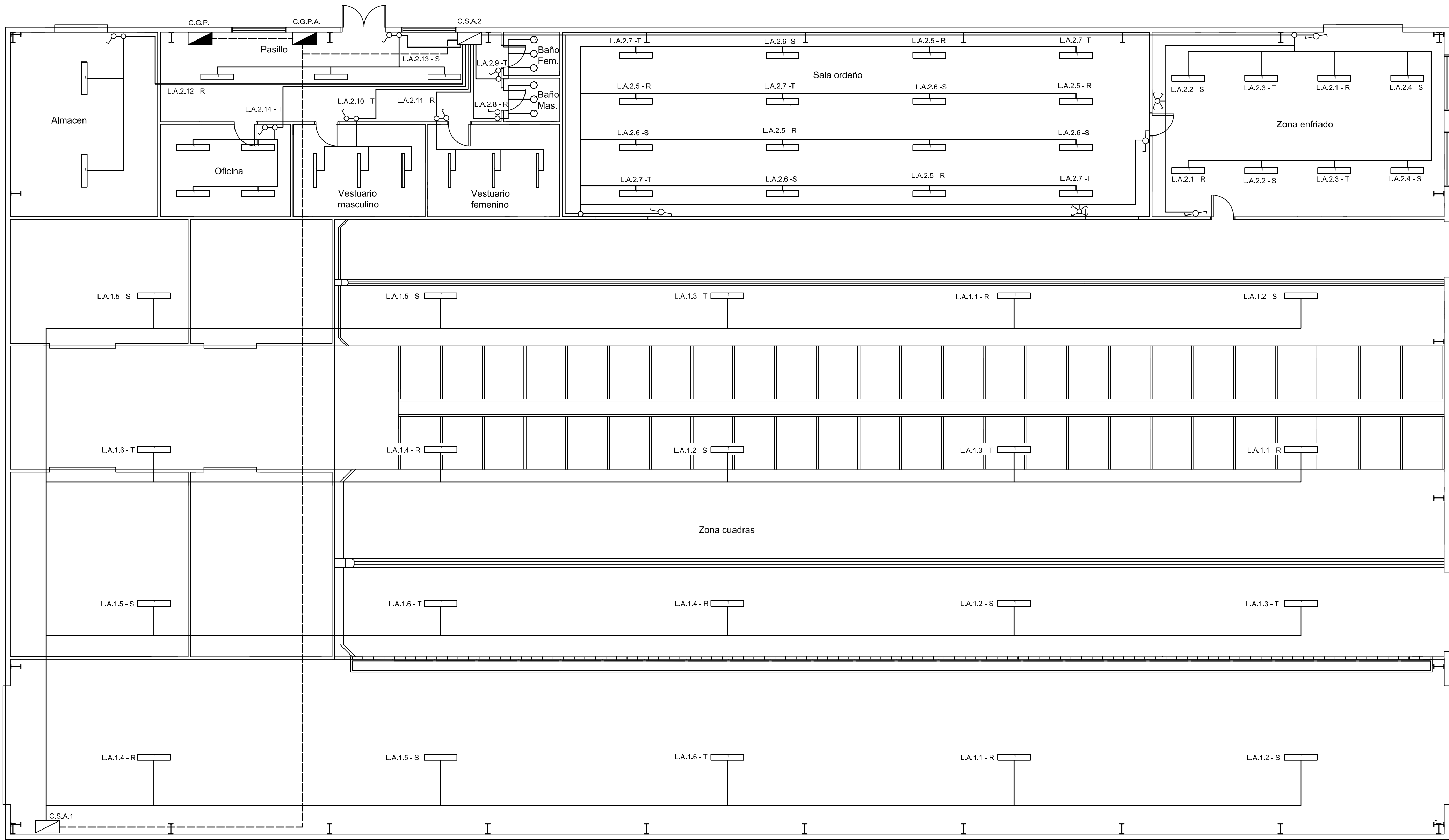
 UNIVERSIDADE DA CORUÑA		E. U. P. GRADO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA	TRABAJO FIN DE GRADO NÚMERO: 770G02A55
TÍTULO DEL PROYECTO: INSTALACION ELECTRICA DE GRANJA DESTINADA A VACUNO CON APORTE DE ENERGIA RENOVABLE			
TÍTULO DEL PLANO: Acotado			FECHA: SEPTIEMBRE 2014
AUTOR: IVÁN GARCÍA REBOREDO		FIRMA:	ESCALA: 1:100
			PLANO Nº: 05




 UNIVERSIDADE DA CORUÑA		E. U. P. GRADO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA	TRABAJO FIN DE GRADO NÚMERO: 770G02A55
TÍTULO DEL PROYECTO: INSTALACION ELECTRICA DE GRANJA DESTINADA A VACUNO CON APORTE DE ENERGIA RENOVABLE			
TÍTULO DEL PLANO: Perfiles y alzados			FECHA: SEPTIEMBRE 2014
AUTOR: IVÁN GARCÍA REBOREDO		FIRMA:	ESCALA: 1:100
			PLANO Nº: 06

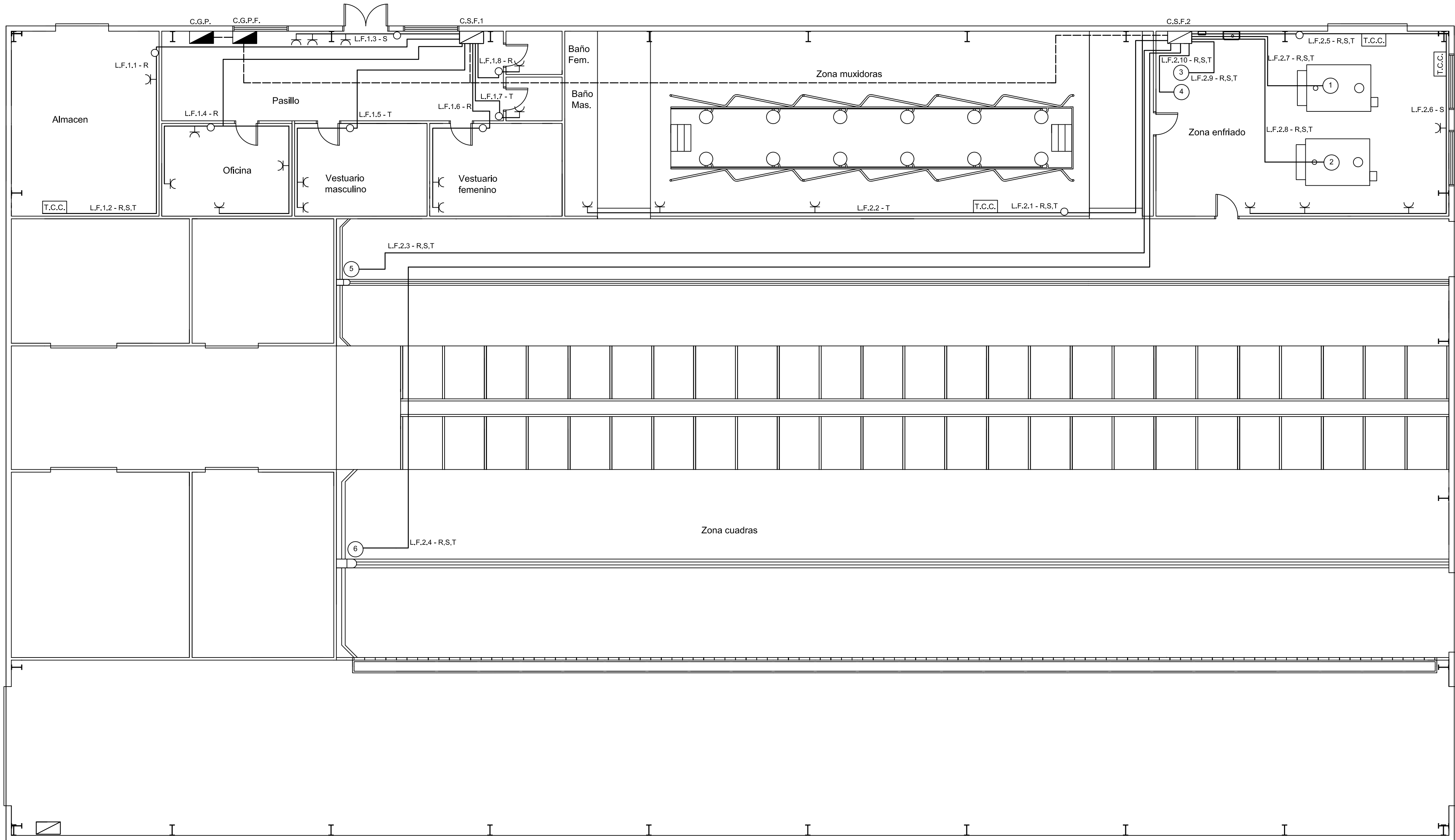


 UNIVERSIDADE DA CORUÑA		E. U. P. GRADO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA	TRABAJO FIN DE GRADO NÚMERO: 770G02A55
TÍTULO DEL PROYECTO: INSTALACION ELECTRICA DE GRANJA DESTINADA A VACUNO CON APOORTE DE ENERGIA RENOVABLE			
TÍTULO DEL PLANO: Sección			FECHA: SEPTIEMBRE 2014
AUTOR: IVÁN GARCÍA REBOREDO		FIRMA:	ESCALA: 1:100
			PLANO Nº: 07




LEYENDA ILUMINACIÓN			
	Luminaria empotrada led de 51 W		Interruptor
	Luminaria protegida contra el agua led de 11 W		Conmutador
	Luminaria empotrada led de 26 W		Punto de cruzamiento
	Luminaria suspendida led de 51 W		Caja de derivación
	Cuadro secundario de alumbrado		Cuadro general de alumbrado
	Línea de alumbrado		Líneas a cuadros secundarios

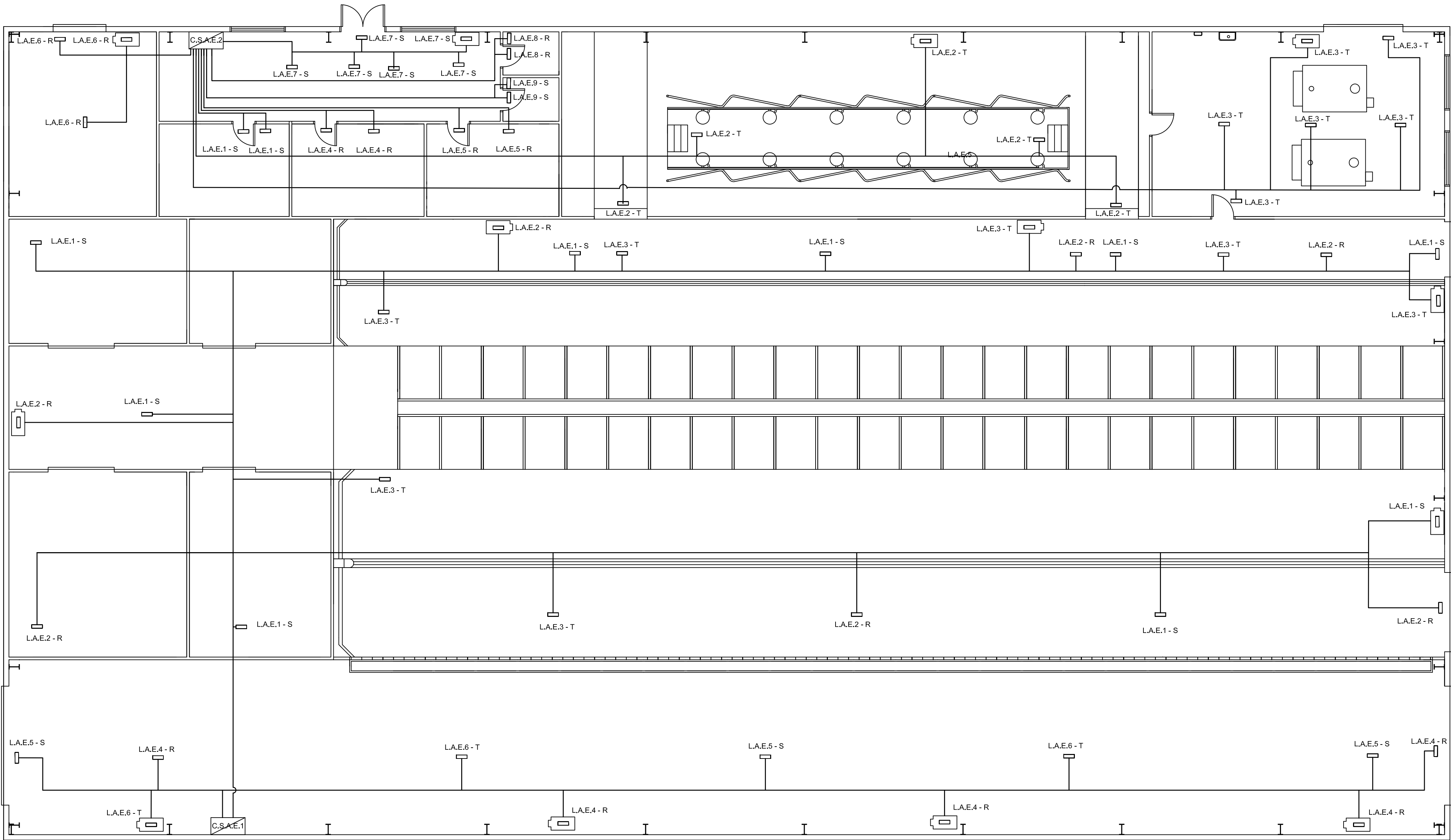
 UNIVERSIDADE DA CORUÑA		E. U. P. GRADO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA		TRABAJO FIN DE GRADO NÚMERO: 770G02A55	
TÍTULO DEL PROYECTO: INSTALACION ELECTRICA DE GRANJA DESTINADA A VACUNO CON APORTE DE ENERGIA RENOVABLE					
TÍTULO DEL PLANO: Distribución iluminación				FECHA: SEPTIEMBRE 2014	
AUTOR: IVÁN GARCÍA REBOREDO		FIRMA:		ESCALA: 1:100	
				PLANO Nº: 08	




LEYENDA MAQUINARIA	
1	Tanque de frío
2	Tanque de frío
3	Motor ordeñadora
4	Grupo de vacío
5	Arrobadera hidráulica
6	Arrobadera hidráulica

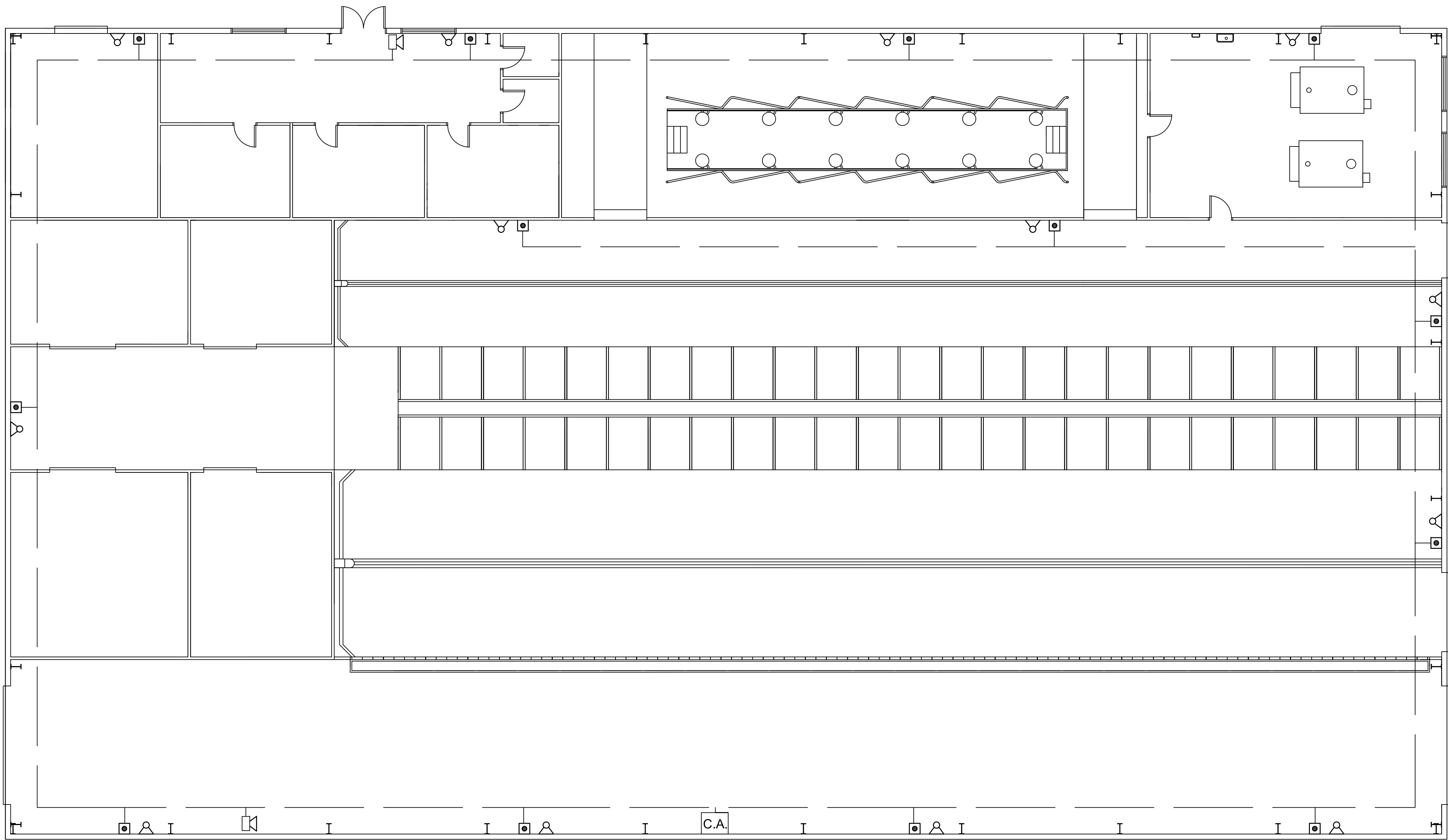
LEYENDA FUERZA			
	Base de 16 A	-----	Líneas a cuadros secundarios
	Cuadro general de protección	———	Línea de fuerza
	Cuadro general de fuerza	○	Caja de derivación
	Cuadro secundario de fuerza		Toma de corriente combinada





 UNIVERSIDADE DA CORUÑA		E. U. P. GRADO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA	TRABAJO FIN DE GRADO NÚMERO: 770G02A55
TÍTULO DEL PROYECTO: INSTALACION ELECTRICA DE GRANJA DESTINADA A VACUNO CON APORTE DE ENERGIA RENOVABLE			
TÍTULO DEL PLANO: Distribución fuerza			FECHA: SEPTIEMBRE 2014
AUTOR: IVÁN GARCÍA REBOREDO		FIRMA:	ESCALA: 1:100
			PLANO Nº: 09




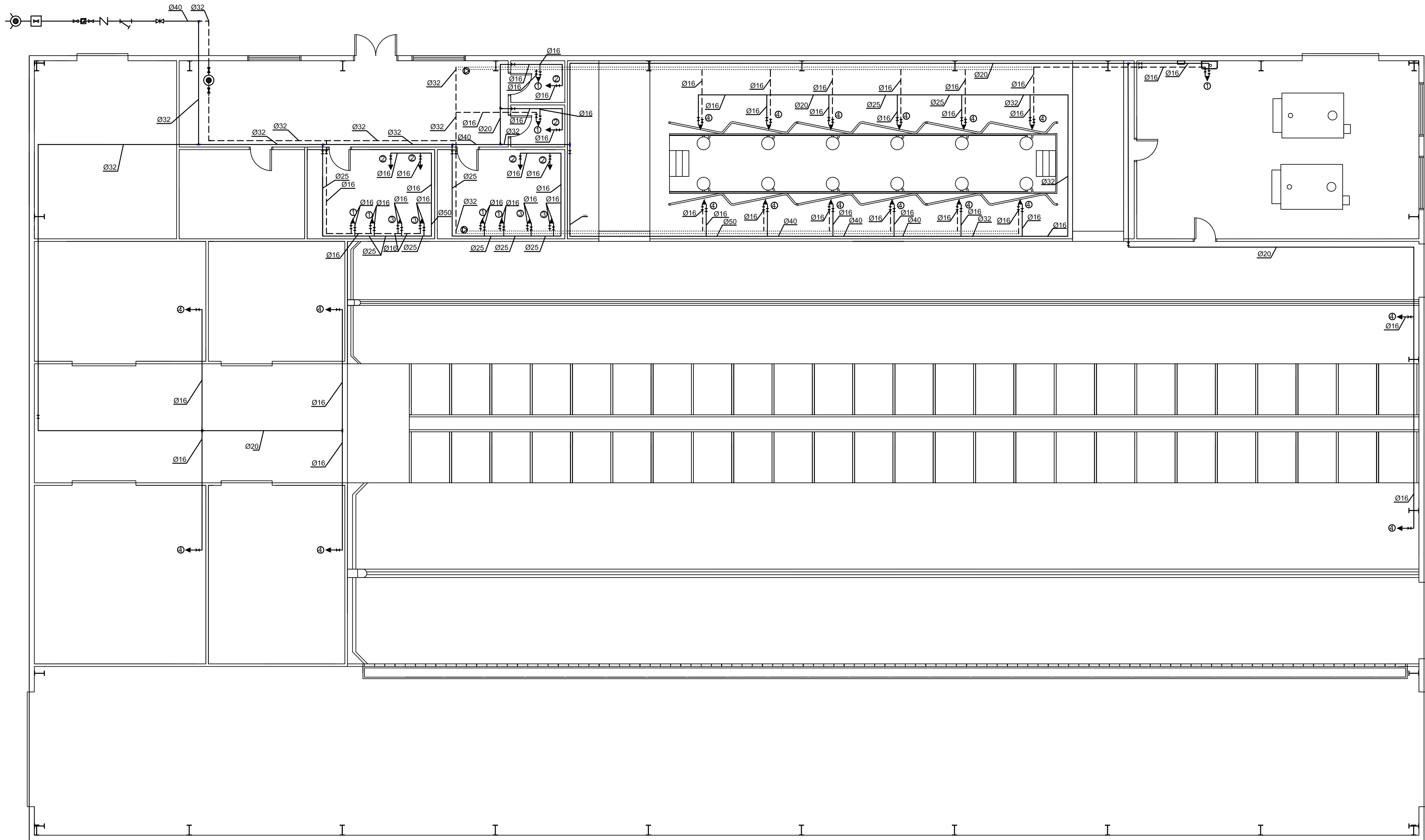
LEYENDA ALUMBRADO EMERGENCIA	
	Cuadro alumbrado emergencia
	Luminaria para rutas de evacuación sobre techo
	Luminaria para puntos de seguridad sobre pared
	Línea de emergencia

 UNIVERSIDADE DA CORUÑA		E. U. P. GRADO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA		TRABAJO FIN DE GRADO NÚMERO: 770G02A55	
TÍTULO DEL PROYECTO: INSTALACION ELECTRICA DE GRANJA DESTINADA A VACUNO CON APORTE DE ENERGIA RENOVABLE					
TÍTULO DEL PLANO: Distribución alumbrado de emergencia				FECHA: SEPTIEMBRE 2014	
AUTOR: IVÁN GARCÍA REBOREDO		FIRMA:		ESCALA: 1:100	
				PLANO Nº: 10	




LEYENDA	
	PULSADOR MANUAL DE ALARMA
	EXTINTOR PORTÁTIL
	CENTRALITA DE ALARMA
	SIRENA DE ALARMA

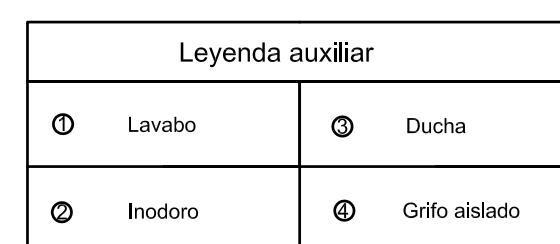
 UNIVERSIDADE DA CORUÑA		E. U. P. GRADO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA	TRABAJO FIN DE GRADO NÚMERO: 770G02A55
TÍTULO DEL PROYECTO: INSTALACION ELECTRICA DE GRANJA DESTINADA A VACUNO CON APORTE DE ENERGIA RENOVABLE			
TÍTULO DEL PLANO: Instalación contraincendios			FECHA: SEPTIEMBRE 2014
AUTOR: IVÁN GARCÍA REBOREDO		FIRMA:	ESCALA: 1:100
			PLANO Nº: 11



Leyenda fontanería			
	Acometida		Agua fría
	Hidromezclador		Agua caliente
	Contador general		Calentador
	Filtro de agua		Grifo de agua fría
	Valvula de paso		Cambio de dirección
	Valvula de corte general		Valvula antirretorno
	Bomba agua caliente		Circuito cerrado agua caliente

Leyenda auxiliar			
①	Lavabo	③	Ducha
②	Inodoro	④	Grifo aislado

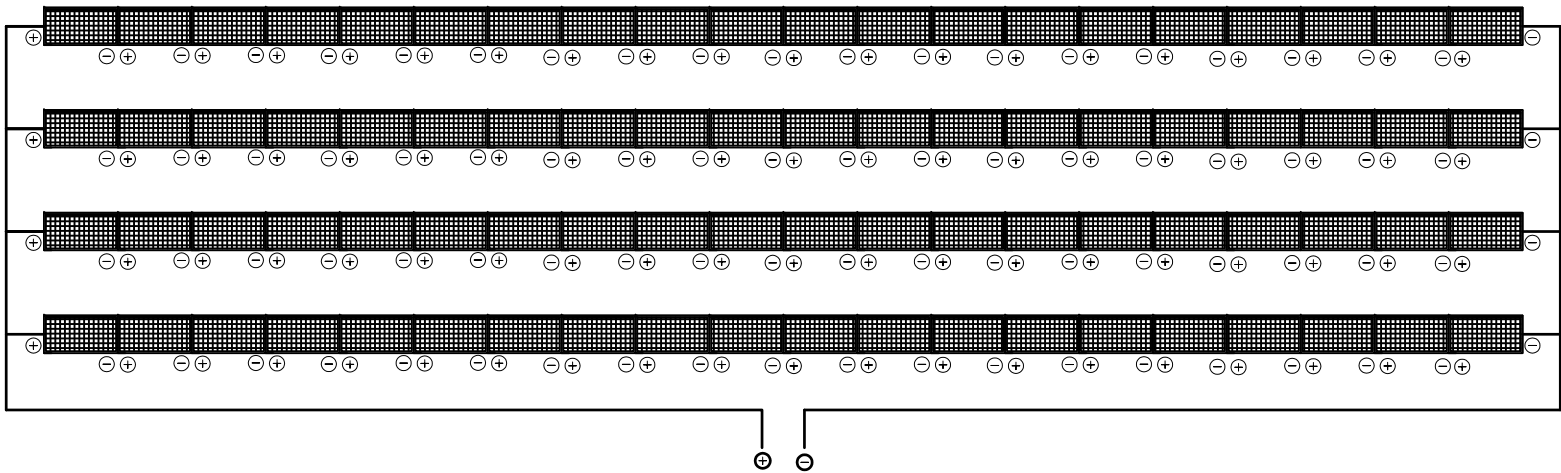
 UNIVERSIDADE DA CORUÑA		E. U. P. GRADO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA	TRABAJO FIN DE GRADO NÚMERO: 770G02A55
TÍTULO DEL PROYECTO: INSTALACION ELECTRICA DE GRANJA DESTINADA A VACUNO CON APORTE DE ENERGIA RENOVABLE			
TÍTULO DEL PLANO: Fontanería			FECHA: SEPTIEMBRE 2014
AUTOR: IVÁN GARCÍA REBOREDO			ESCALA: 1:100
			PLANO Nº: 12



DETALLE DE PANEL FOTOVOLTAICO



CONEXIÓN PANELES SOLARES (20 EN SERIE)



CONEXIÓN PANELES SOLARES (4 EN PARALELO)

DIMENSIONES PANEL (ALTURA x ANCHURA x GROSOR)	1956 x 992 x 50 mm
POTENCIA NOMINAL (PMPP)	280 W
VOLTAJE MÁX. POTENCIA (VMPP)	36 V
CORRIENTE MAX. POTENCIA (IMPP)	7,78 A
CIRCUITO ABIERTO (VOC)	43,2 V
CORTOCIRCUITO (ISC)	8,552 A
NÚMERO DE CELDAS EN SERIE	72

<div> UNIVERSIDADE DA CORUÑA</div> <div>E. U. P. GRADO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA</div>		TRABAJO FIN DE GRADO NÚMERO: 770G02A55
TÍTULO DEL PROYECTO: INSTALACION ELECTRICA DE GRANJA DESTINADA A VACUNO CON APORTE DE ENERGIA RENOVABLE		
TÍTULO DEL PLANO: Montaje paneles solares fotovoltaicos		FECHA: SEPTIEMBRE 2014
AUTOR: IVÁN GARCÍA REBOREDO		ESCALA: S/E
FIRMA:		PLANO N°: 14

DETALLE DE PANEL FOTOVOLTAICO




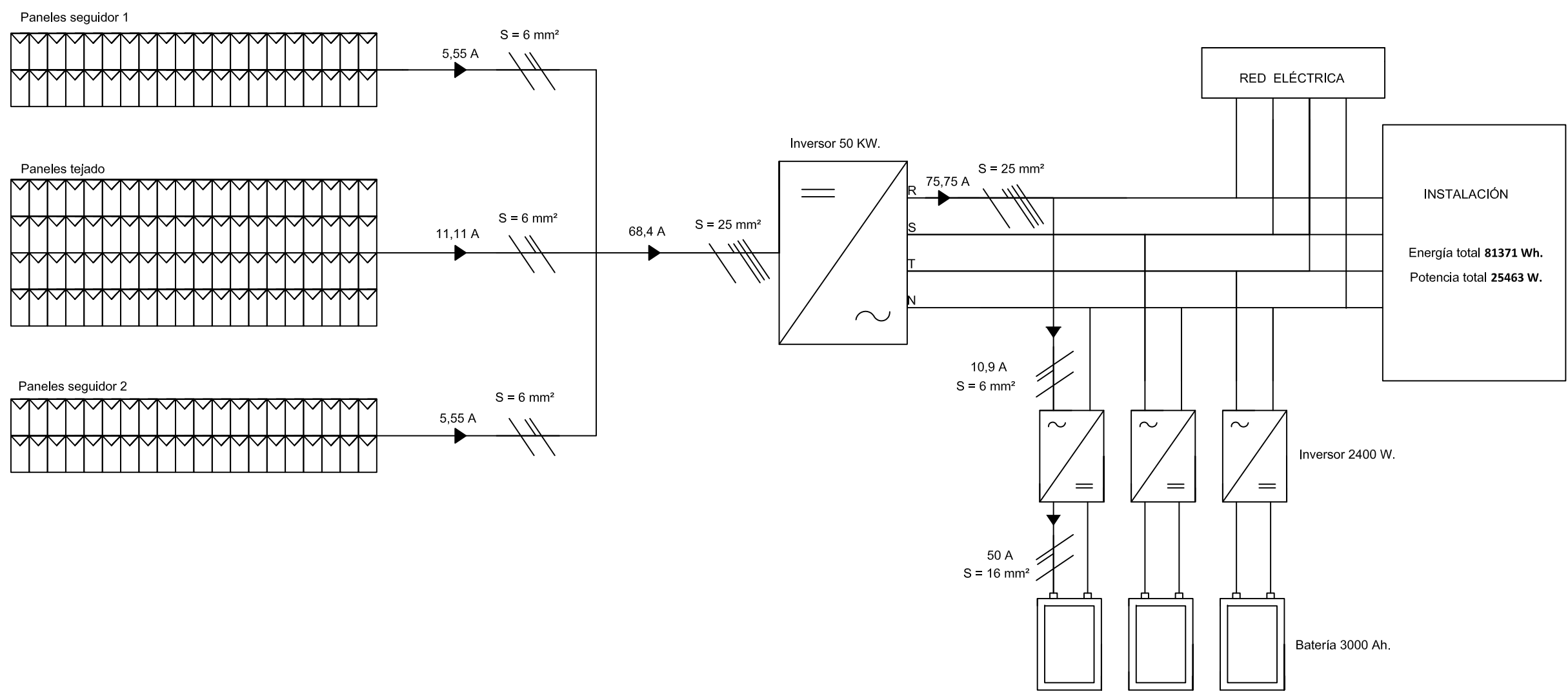
CONEXIÓN PANELES A.C.S


CIRCULACIÓN DEL FLUIDO

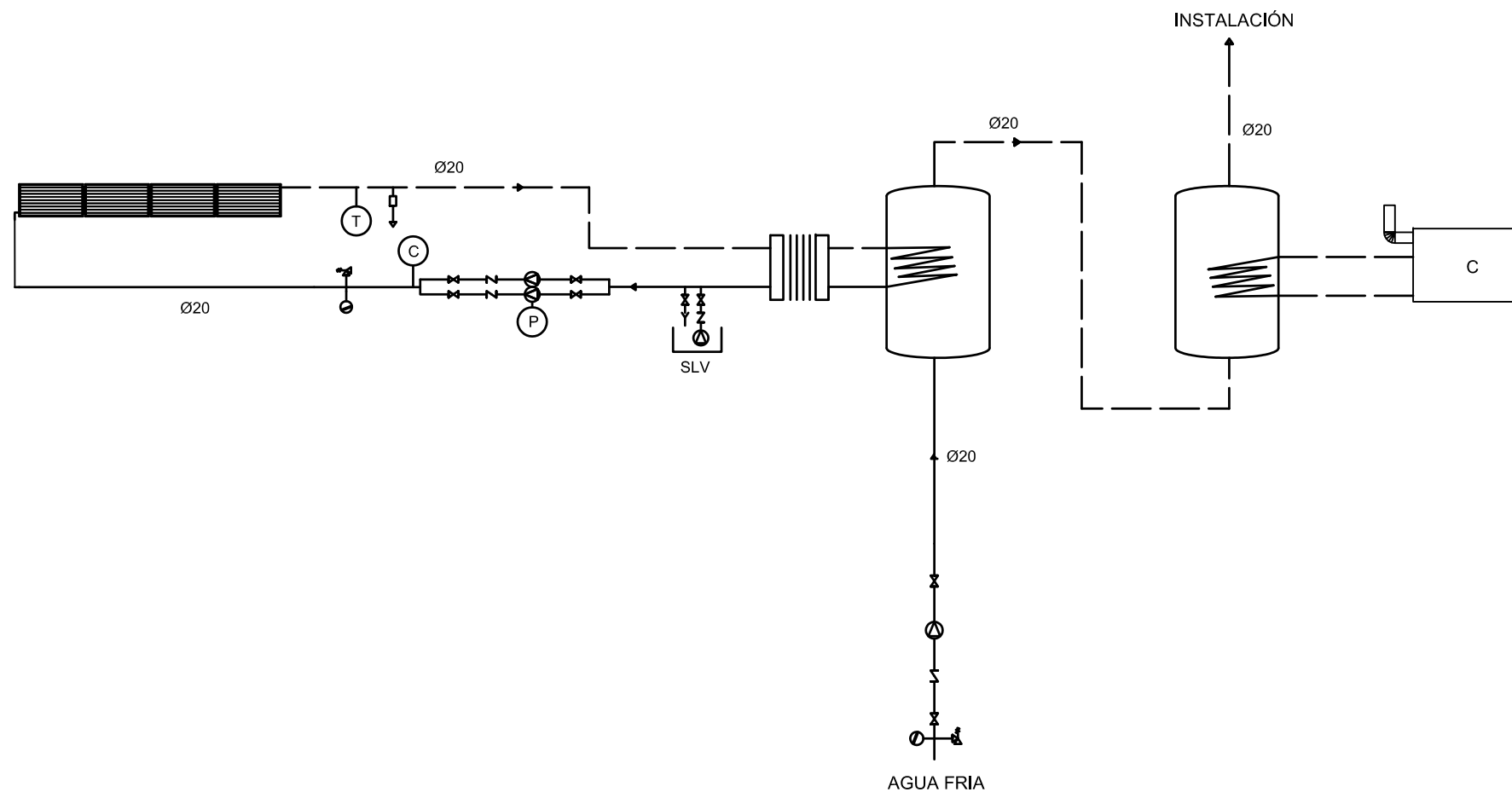
FLUIDO FRÍO →  FLUIDO CALIENTE →

DIMENSIONES PANEL (ALTURA x ANCHURA x GROSOR)	1738 x 1218 x 98 mm
ÁREA TOTAL	2,12 m²
ÁREA DE APERTURA	2 m²
DIÁMETRO INTERIOR DEL TUBO	20 mm
DIAMETRO EXTERIOR DEL TUBO	22 mm
CAUDAL	20 - 60,7 l/hm²


<div> UNIVERSIDADE DA CORUÑA</div> <div>E. U. P. GRADO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA</div>		TRABAJO FIN DE GRADO NÚMERO: 770G02A55
TÍTULO DEL PROYECTO: INSTALACION ELECTRICA DE GRANJA DESTINADA A VACUNO CON APORTE DE ENERGIA RENOVABLE		
TÍTULO DEL PLANO: Montaje paneles solares A.C.S		FECHA: SEPTIEMBRE 2014
AUTOR: IVÁN GARCÍA REBOREDO	FIRMA:	ESCALA: S/E
		PLANO Nº: 15

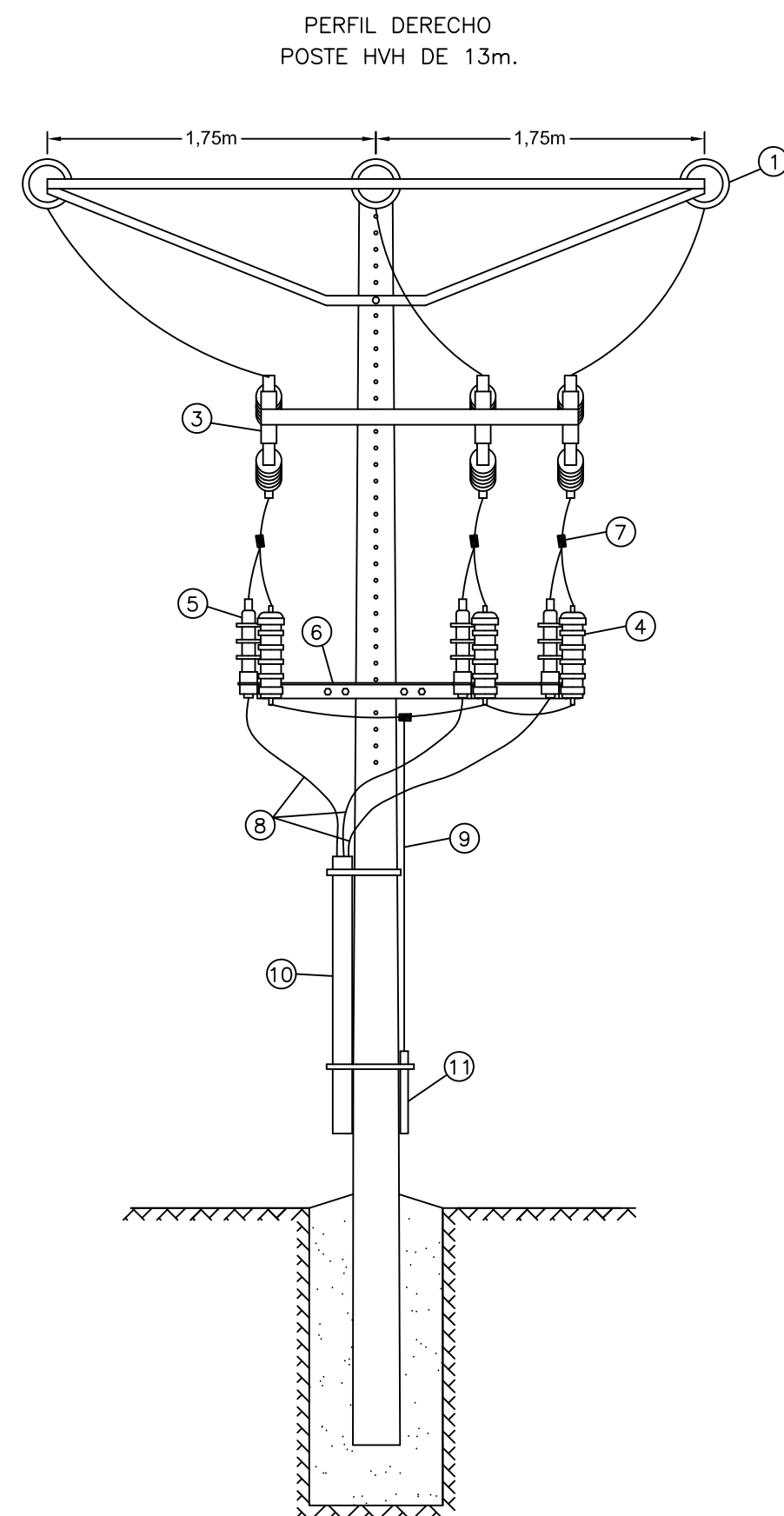


<div> UNIVERSIDADE DA CORUÑA</div> <div>E. U. P. GRADO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA</div>		TRABAJO FIN DE GRADO NÚMERO: 770G02A55
TÍTULO DEL PROYECTO: INSTALACION ELECTRICA DE GRANJA DESTINADA A VACUNO CON APORTE DE ENERGIA RENOVABLE		
TÍTULO DEL PLANO: Esquema auxiliar fotovoltaico		FECHA: SEPTIEMBRE 2014
AUTOR: IVÁN GARCÍA REBOREDO		ESCALA: S/E
FIRMA:		PLANO Nº: 16

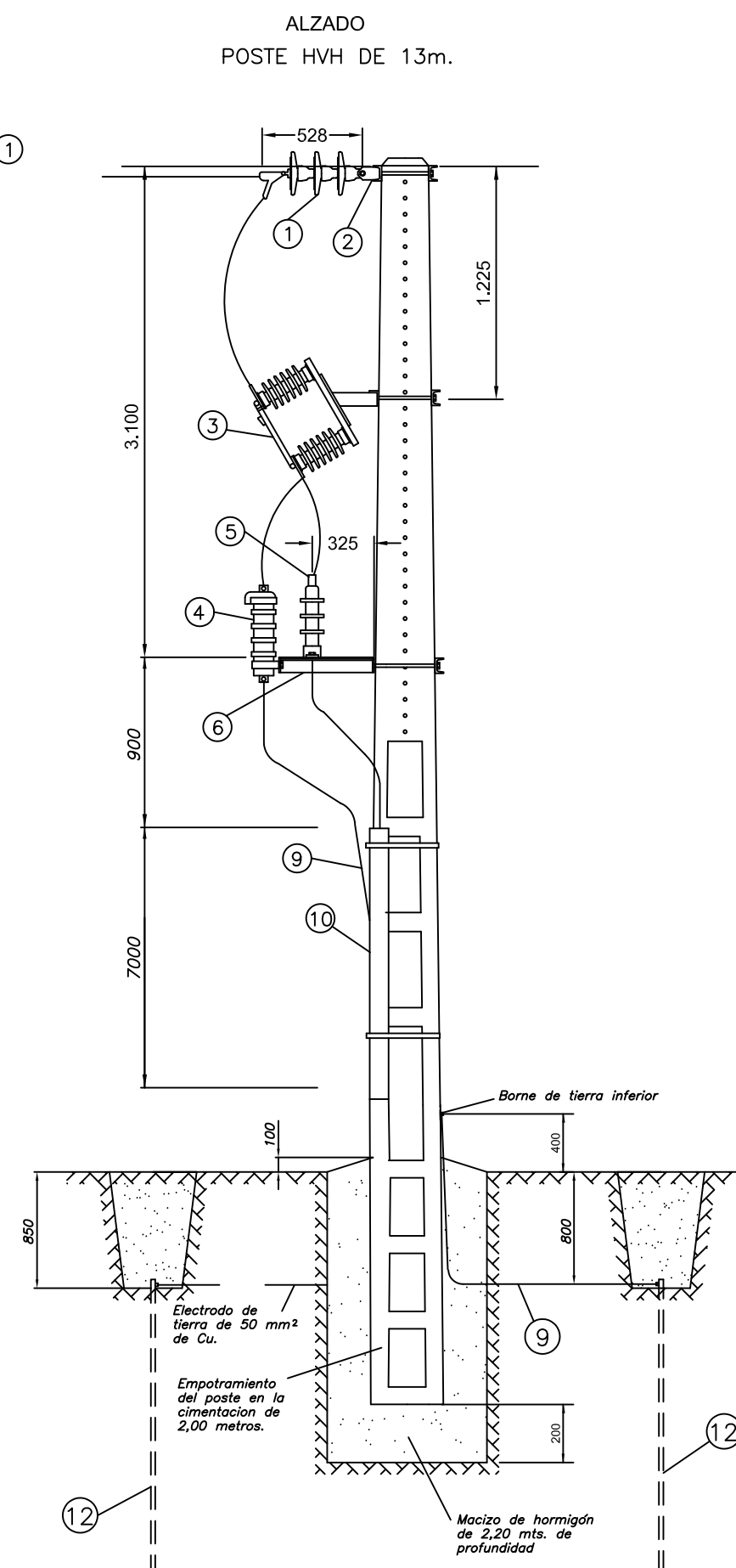


	PURGADOR		CAUDALIMETRO
	BOMBA		SONDA DE PRESIÓN
	VÁLVULA DE CORTE		SONDA DE TEMPERATURA
	VÁLVULA ANTIRETORNO		COLECTORES SOLARES
	VÁLVULA DE SEGURIDAD		DEPÓSITO SOLAR TÉRMICO
	VÁLVULA DE VACIADO		CALDERA
	VASO DE EXPANSIÓN		INSTALACIÓN
	INTERCAMBIADOR DE PLACAS		SISTEMA DE LLENADO-VACIADO
	AGUA FRÍA		AGUA CALIENTE

 UNIVERSIDADE DA CORUÑA		E. U. P. GRADO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA	TRABAJO FIN DE GRADO NÚMERO: 770G02A55
TÍTULO DEL PROYECTO: INSTALACION ELECTRICA DE GRANJA DESTINADA A VACUNO CON APOORTE DE ENERGIA RENOVABLE			
TÍTULO DEL PLANO: Esquema de la instalación de A.C.S			FECHA: SEPTIEMBRE 2014
AUTOR: IVÁN GARCÍA REBOREDO			ESCALA: S/E
FIRMA:			PLANO Nº: 17

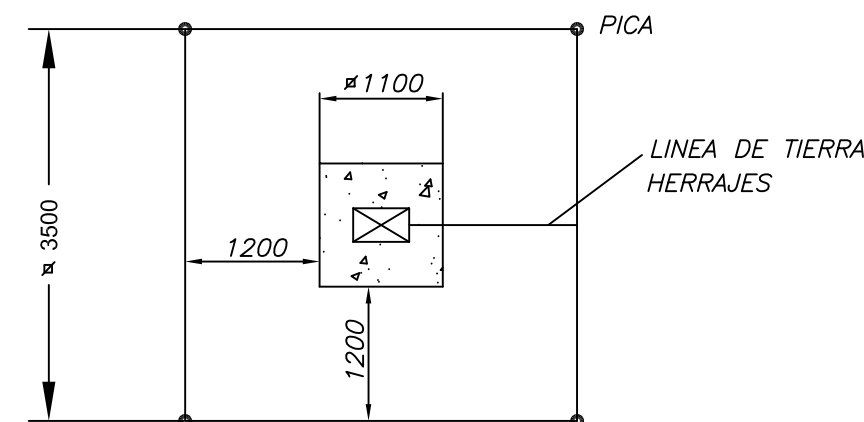


DETALLE DE LA CIMENTACION




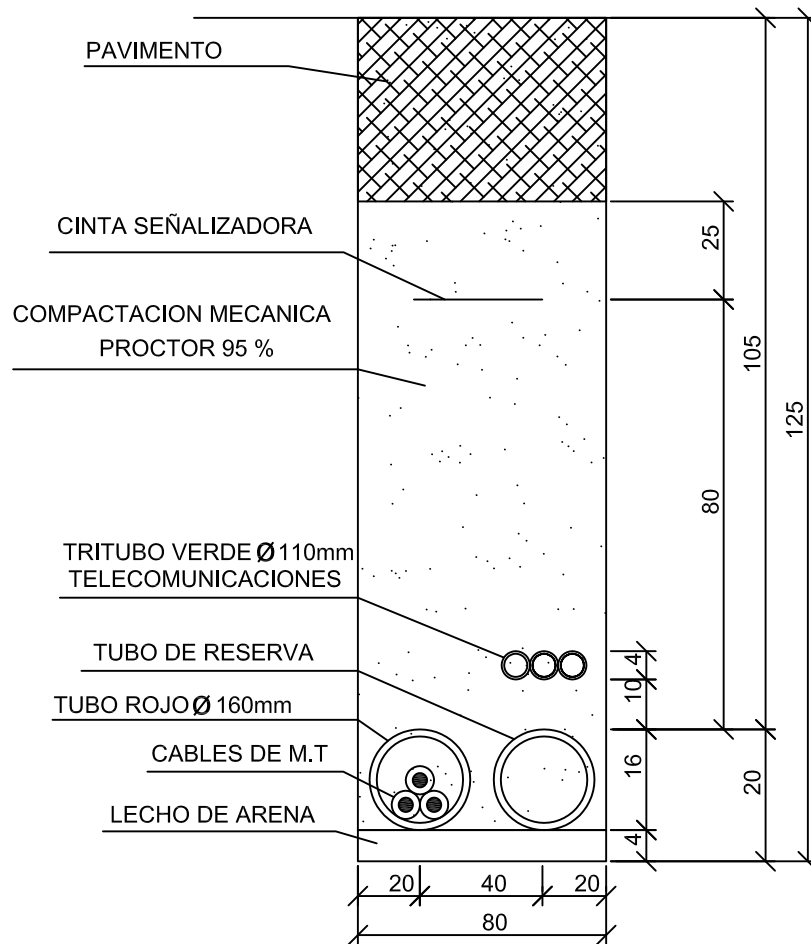
DETALLE DE LA CIMENTACION

TOMA DE TIERRA E=1:20



LEYENDA ACOMETIDA Y CIMENTIZACIÓN	
①	CADENA DE AMARRE CON ALARGADERA Y GRAPA
②	CRUCETA RECTA CR-1
③	SECCIONADOR
④	AUTOVÁLVULA PR/24KV/10KA
⑤	TERMINACIÓN CABLE RHV 12/20KV CON TERMINAL DE PALA
⑥	HERRAJE SOPORTE AUTOVÁLVULAS Y TERMINALES
⑦	CONEXIÓN CUÑA AMPACT AL-AL.
⑧	CABLE RHU 12/20KV (50mm²).
⑨	RED DE TIERRA CONDUCTOR (50mm²).
⑩	TUBO PLÁSTICO PROTECCIÓN CABLE 102.
⑪	TUBO PLÁSTICO RÍGIDO 21mm.
⑫	PICA DE ACERO COBRIZADO DE 2m.

 <p>E. U. P.</p> <p>UNIVERSIDADE DA CORUÑA GRADO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA</p>		<p>TRABAJO DE FIN DE GRADO</p> <p>NÚMERO: 770G02A55</p>
<p>TÍTULO DEL PROYECTO:</p> <p>INSTALACION ELECTRICA DE GRANJA DESTINADA A VACUNO CON APORTE DE ENERGIA RENOVABLE</p>		
<p>TÍTULO DEL PLANO:</p> <p>Poste de acometida y detalle de cimentación</p>		<p>FECHA: SEPTIEMBRE 2014</p>
<p>AUTOR:</p> <p>IVÁN GARCÍA REBOREDO</p>		<p>ESCALA: 1:50</p>
<p>FIRMA:</p>		<p>PLANO Nº: 18</p>



UNIVERSIDADE DA CORUÑA

E. U. P.

GRADO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA

TRABAJO FIN DE GRADO

NÚMERO: 770G02A55

TÍTULO DEL PROYECTO:

INSTALACION ELECTRICA DE GRANJA DESTINADA A VACUNO CON APOORTE DE ENERGIA RENOVABLE

TÍTULO DEL PLANO:

Detalle de zanja linea subterranea

FECHA: SEPTIEMBRE 2014

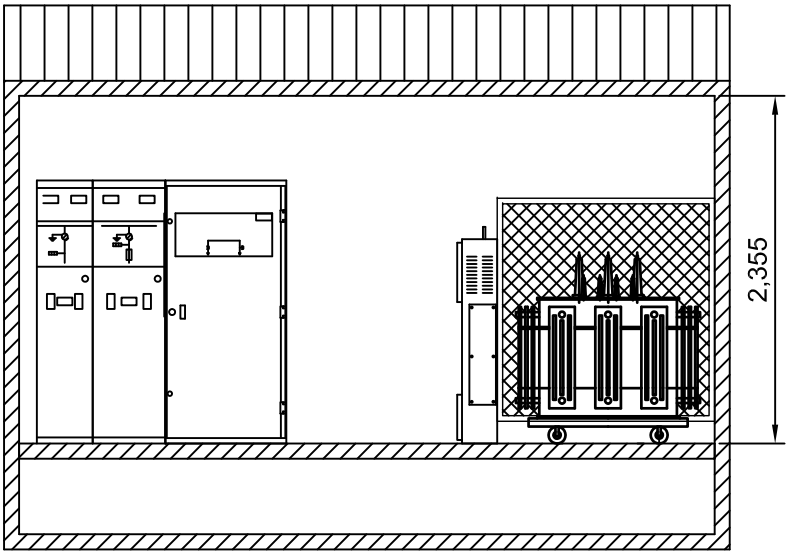
ESCALA: 1:10

AUTOR:

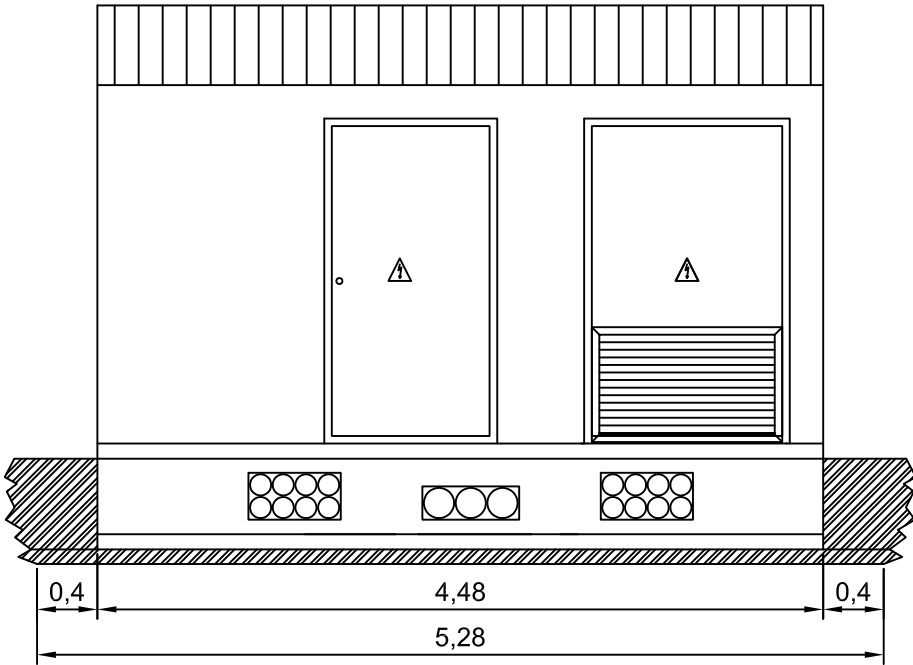
IVÁN GARCÍA REBOREDO

FIRMA:

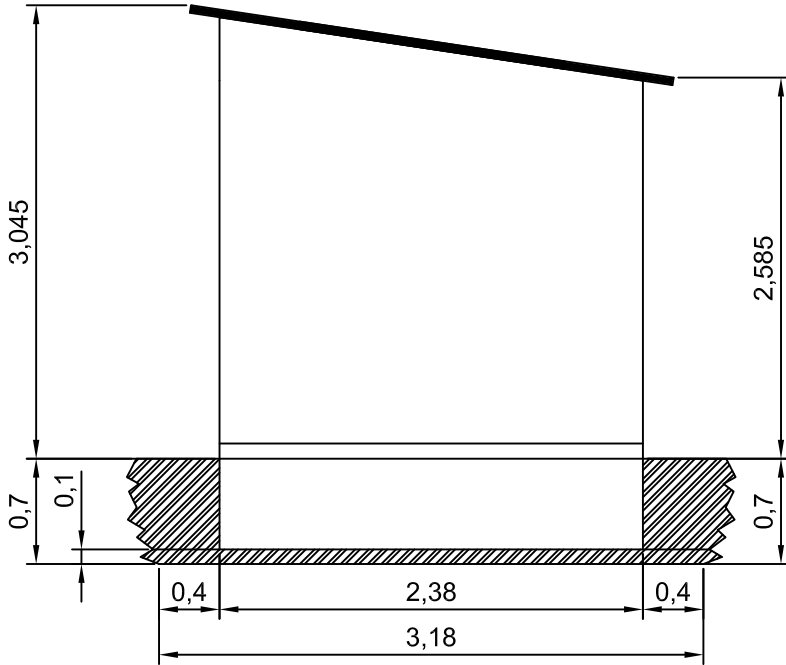
PLANO Nº: 19



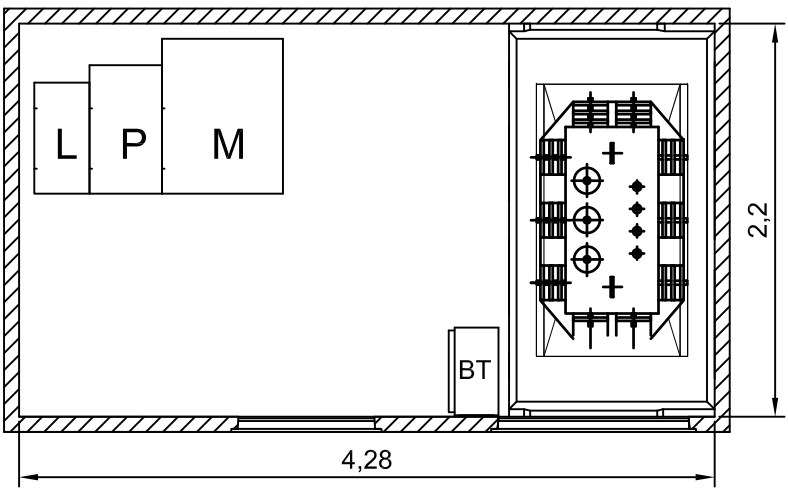
SECCIÓN TRANSVERSAL



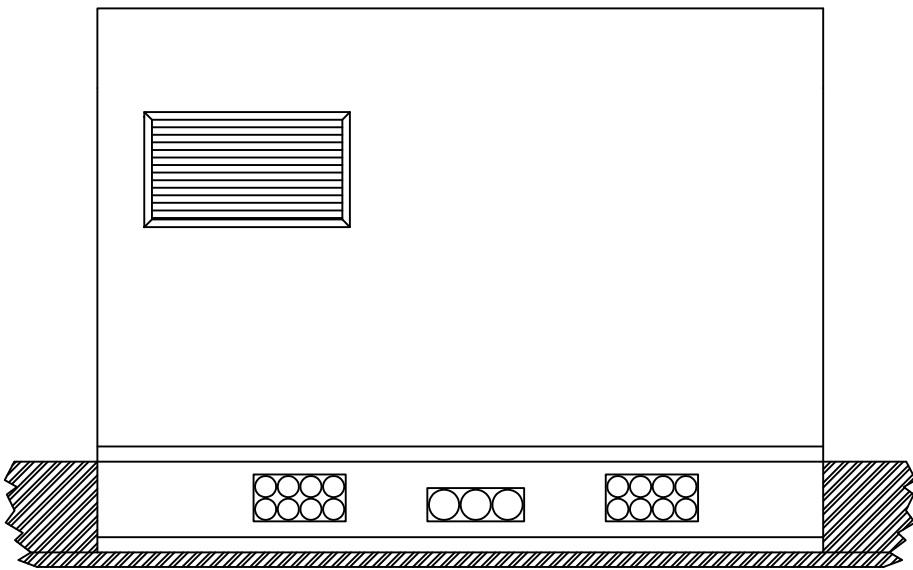
ALZADO FRONTAL



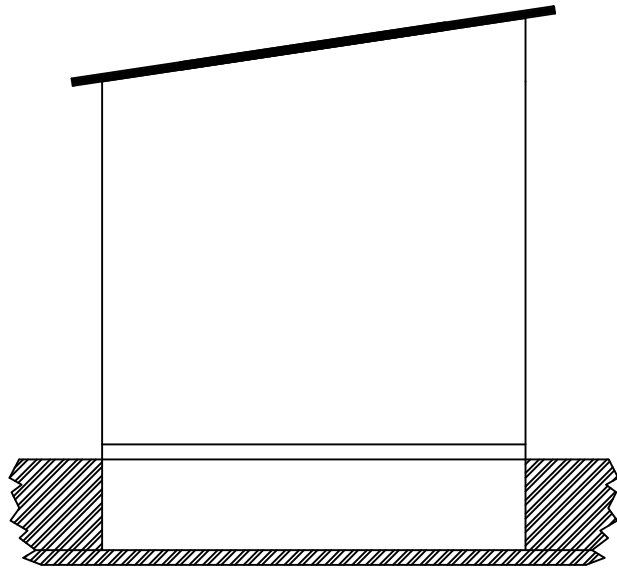
ALZADO LATERAL DERECHO



PLANTA




ALZADO POSTERIOR



ALZADO LATERAL IZQUIERDO

DIMENSIONES DE LA EXCAVACION
5.26 m ancho x 3.18 m fondo x 0.56 m profundidad

LEYENDA DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	
L	Celda de línea
P	Celda de protección
M	Celda de medida
BT	Cuadro de baja tensión

 UNIVERSIDADE DA CORUÑA		E. U. P. GRADO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA	TRABAJO FIN DE GRADO NÚMERO: 770G02A55
TÍTULO DEL PROYECTO: INSTALACION ELECTRICA DE GRANJA DESTINADA A VACUNO CON APORTE DE ENERGIA RENOVABLE			
TÍTULO DEL PLANO: Centro de transformación			FECHA: SEPTIEMBRE 2014
AUTOR: Iván García Reboredo		FIRMA:	ESCALA: 1:50
			PLANO Nº: 20

Celda de línea: CGMCOSMOS-L Interruptor-seccionador

Celda con envoltente metálica, fabricada por ORMAZABAL, formada por un módulo con las siguientes características:

Características eléctricas:

- Tensión asignada: 24 kV
- Intensidad asignada: 400 A
- Intensidad de corta duración (1 s), eficaz: 16 kA
- Intensidad de corta duración (1 s), cresta: 40 kA
- Nivel de aislamiento:
 - Frecuencia industrial (1 min)
 - a tierra y entre fases: 28 kV
 - Impulso tipo rayo
 - a tierra y entre fases (cresta): 75 kV
- Capacidad de cierre (cresta): 40 kA
- Capacidad de corte:
- Corriente principalmente activa: 400 A

Características físicas:

- Ancho: 365 mm
- Fondo: 735 mm
- Alto: 1740 mm
- Peso: 95 kg

Celda de protección con interruptor automático: CGMCOSMOS-P

Celda con envoltente metálica, fabricada por ORMAZABAL, formada por un módulo con las siguientes características:

Características eléctricas:

- Tensión asignada: 24 kV
- Intensidad asignada: 400 A
- Nivel de aislamiento
 - Frecuencia industrial (1 min)
 - a tierra y entre fases: 50 kV
 - Impulso tipo rayo
 - a tierra y entre fases (cresta): 125 kV
- Capacidad de cierre (cresta): 40 kA

Características físicas:

- Ancho:470 mm
- Fondo: 735 mm
- Alto: 1740 mm
- Peso : 140 kg

Celda de medida: CGMCOSMOS-M Medida

Celda con envoltente metálica, fabricada por ORMAZABAL, formada por un módulo con las siguientes características:

Características eléctricas:

- Tensión asignada: 24 kV

Características físicas:

- Ancho: 800 mm
- Fondo: 1025 mm
- Alto: 1740 mm

Otras características constructivas:

- Transformadores de medida: 3 TT y 3 TI

De aislamiento seco, y contruidos atendiendo a las correspondientes normas UNE y CEI, con las siguientes características:

- Transformadores de tensión

Relación de transformación:

22000/√3 / 110/√3 - 110/3 V

Sobretensión admisible en permanencia: 1,2 Un en permanencia y 1,9 Un durante 8 horas

Medida

Potencia: 25 VA

Clase de precisión:0,5

Protección

Potencia: 50 VA

Clase de precisión:3 P

- Transformadores de intensidad

Relación de transformación: 5 - 10/5 A

Intensidad térmica: 80 In

Sobreint. admisible en permanencia: Fs <= 5

Medida

Potencia: 15 VA

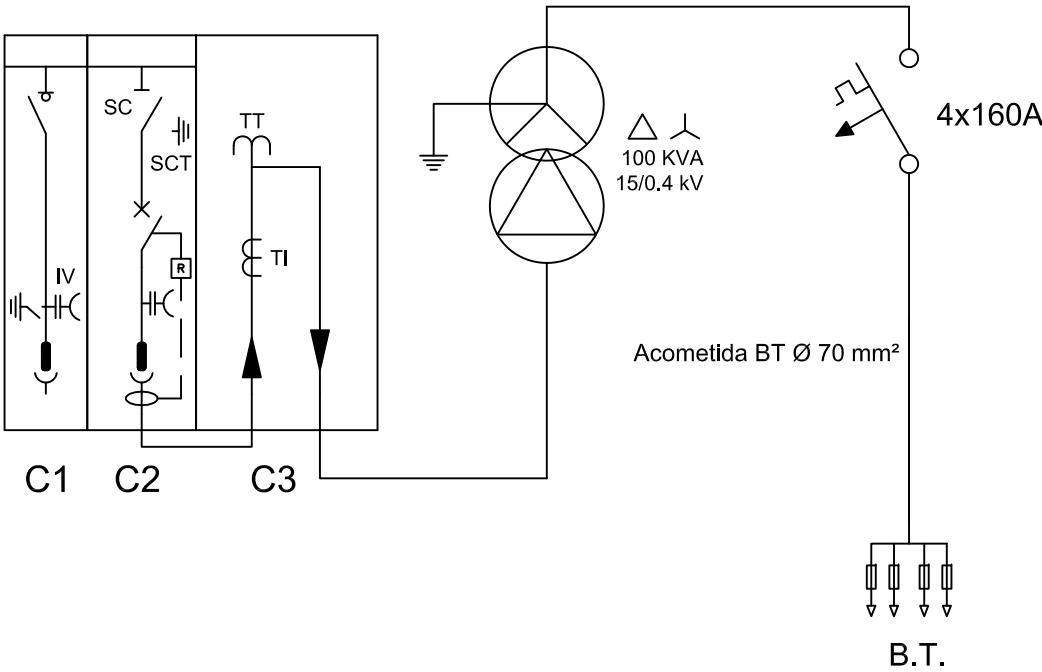
Clase de precisión:0,5 s

Protección


Potencia: 15 VA

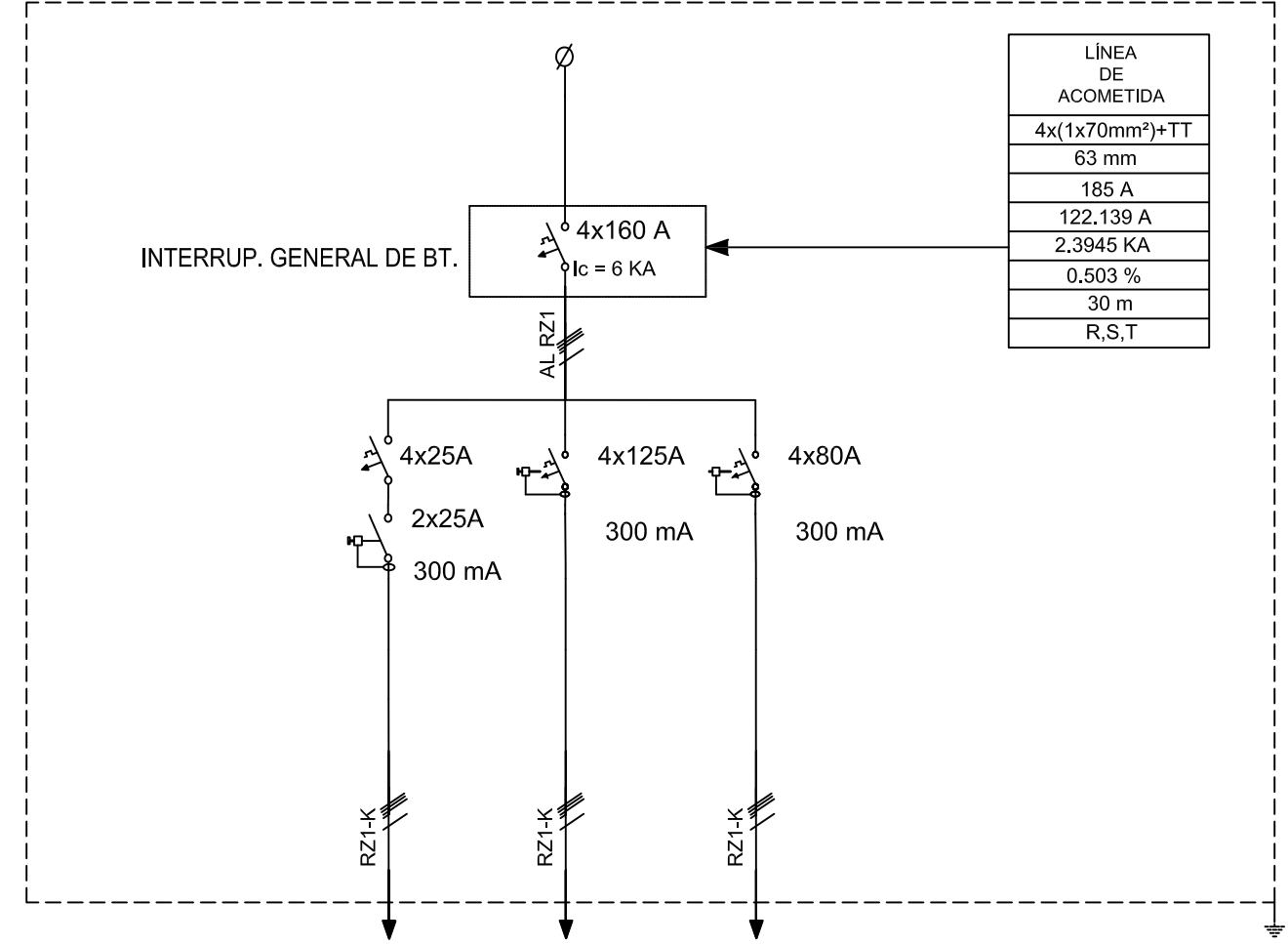
Clase de precisión:5 P 10

EKOR - RPG







	LEYENDA CENTRO DE TRANSFORMACIÓN
C1	CELDA DE LÍNEA
C2	CELDA DE PROTECCIÓN
C3	CELDA DE MEDIDA
SCT	INTERRUPTOR Y SECCIONADOR DE PUESTA A TIERRA
IV	INDICADOR DE PRESENCIA DE TENSIÓN
SC	SECCIONADOR EN SF6
TT	TRANSFORMADOR DE MEDIDA DE TENSIÓN
TI	TRANSFORMADOR DE MEDIDA DE INTENSIDAD
B.T.	BAJA TENSIÓN


<div></div> <div>E. U. P.</div> <div>UNIVERSIDADE DA CORUÑA</div> <div>GRADO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA</div>		TRABAJO FIN DE GRADO
		NÚMERO: 770G02A55
TÍTULO DEL PROYECTO:		
INSTALACION ELECTRICA DE GRANJA DESTINADA A VACUNO CON APORTE DE ENERGIA RENOVABLE		
TÍTULO DEL PLANO:		FECHA: SEPTIEMBRE 2014
Esquema unifilar del centro de transotmación		ESCALA: S/E
AUTOR:	FIRMA:	PLANO Nº: 21
IVÁN GARCÍA REBOREDO		

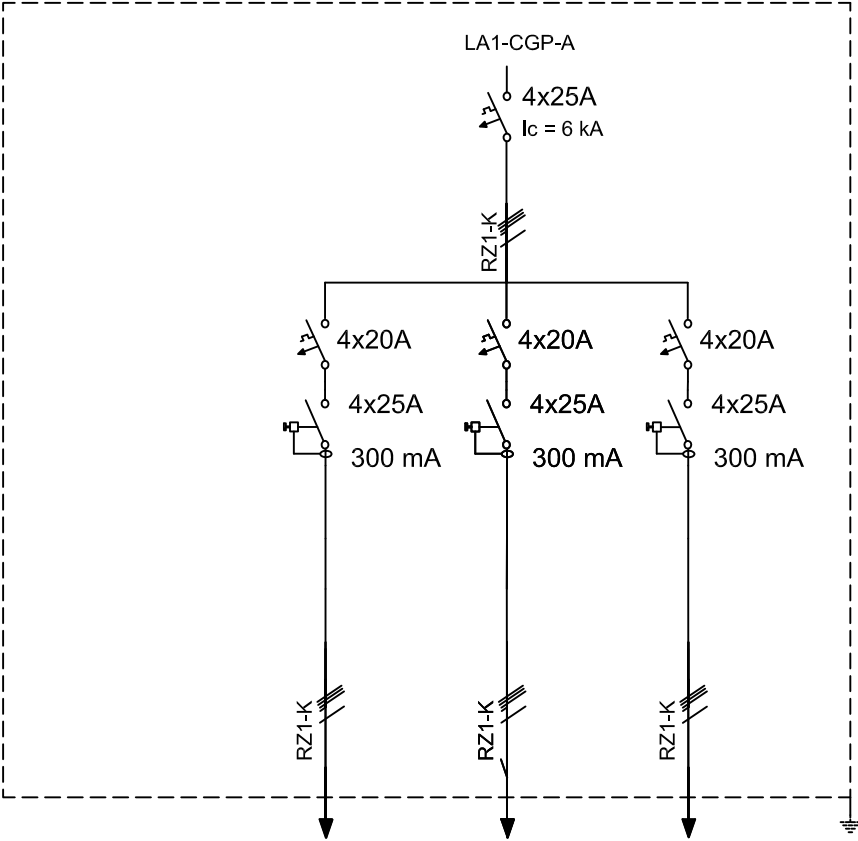


LÍNEA DE ACOMETIDA
4x(1x70mm²)+TT
63 mm
185 A
122.139 A
2.3945 kA
0.503 %
30 m
R,S,T

C.G.P	C.G.P.A	C.G.P.F	Batería de condensadores
SECCIÓN CONDUCTORES	4x(1x4mm²)+TT	4x(1x50mm²)+TT	4x(1x25mm²)+TT
Ø TUBO DE PROTECCIÓN	20 mm	50 mm	40 mm
INTENSIDAD MÁXIMA	31 A	145 A	95 A
INTENSIDAD NOMINAL	9.296 A	111.685	64.9519
INTENSIDAD DE CORTO	1.8158 kA	1.8158 kA	1.8158 kA
CAIDA DE TENSIÓN	0.08 %	0.0476 %	0 %
LONGITUD DE LA LÍNEA	3,5 m	2,5 m	2m
FASE	R,S,T	R,S,T	R,S,T
NOMBRE DE LA LÍNEA	C.G.P.A	C.G.P.F	C.G.P.F


LEYENDA	
	P.I.A. Pequeño Interruptor Automático
	I.D. Interruptor Diferencial
	B.V. Bloque Diferencial VIGI
 Puesta a Tierra	
NOTA: Todos los elementos con curva tipo D	

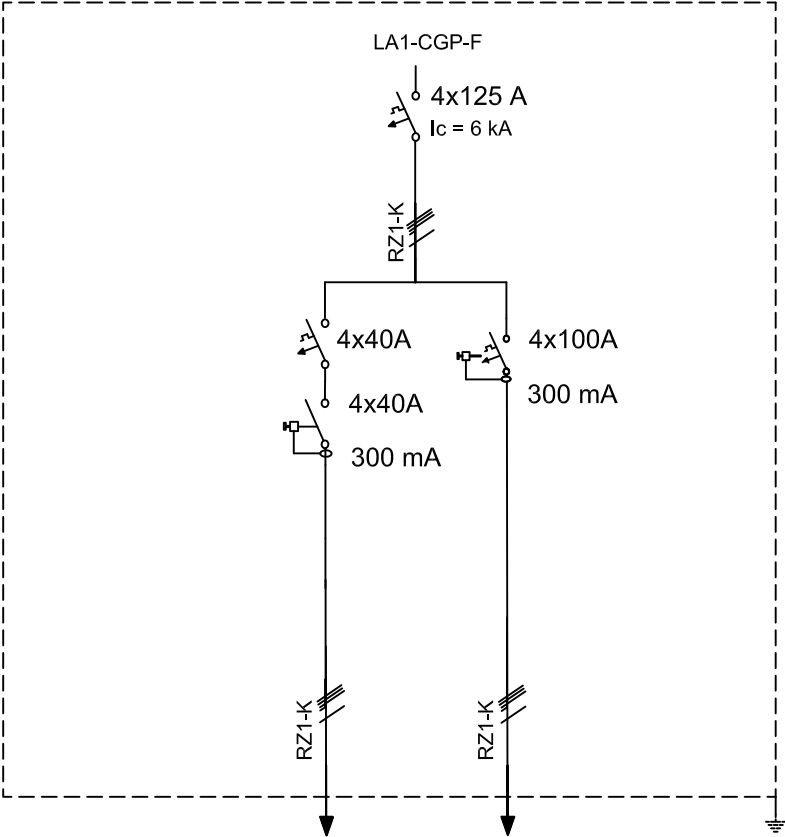
 UNIVERSIDADE DA CORUÑA		E. U. P. GRADO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA	TRABAJO FIN DE GRADO NÚMERO: 770G02A55
TÍTULO DEL PROYECTO: INSTALACION ELECTRICA DE GRANJA DESTINADA A VACUNO CON APORTE DE ENERGIA RENOVABLE			
TÍTULO DEL PLANO: Cuadro general principal			FECHA: SEPTIEMBRE 2014
AUTOR: IVÁN GARCÍA REBOREDO			ESCALA: S/E
FIRMA:			PLANO Nº: 22







C.G.P.A	PRIMER CUADRO	SEGUNDO CUADRO	CUADRO EMERGENCIA
SECCIÓN CONDUCTORES	4x(1x2.5mm²)+TT	4x(1x2.5mm²)+TT	4x(1x2.5mm²)+TT
Ø TUBO DE PROTECCIÓN	20 mm	20 mm	20 mm
INTENSIDAD MÁXIMA	23 A	23 A	23 A
INTENSIDAD NOMINAL	2.65 A	4.817	1.829
INTENSIDAD DE CORTO	1.7691 kA	1.7691 kA	1.7691 kA
CAIDA DE TENSIÓN	0.0736 %	0.7354 %	0.058 %
LONGITUD DE LA LÍNEA	7 m	38.5 m	8 m
FASE	R,S,T	R,S,T	R,S,T
NOMBRE DE LA LÍNEA	CSP-A1	CSP-A2	CSP-E

LEYENDA	
P.I.A. Pequeño Interruptor Automático	Puesta a Tierra
I.D. Interruptor Diferencial	NOTA: Todos los elementos con curva tipo D
B.V. Bloque Diferencial VIGI	

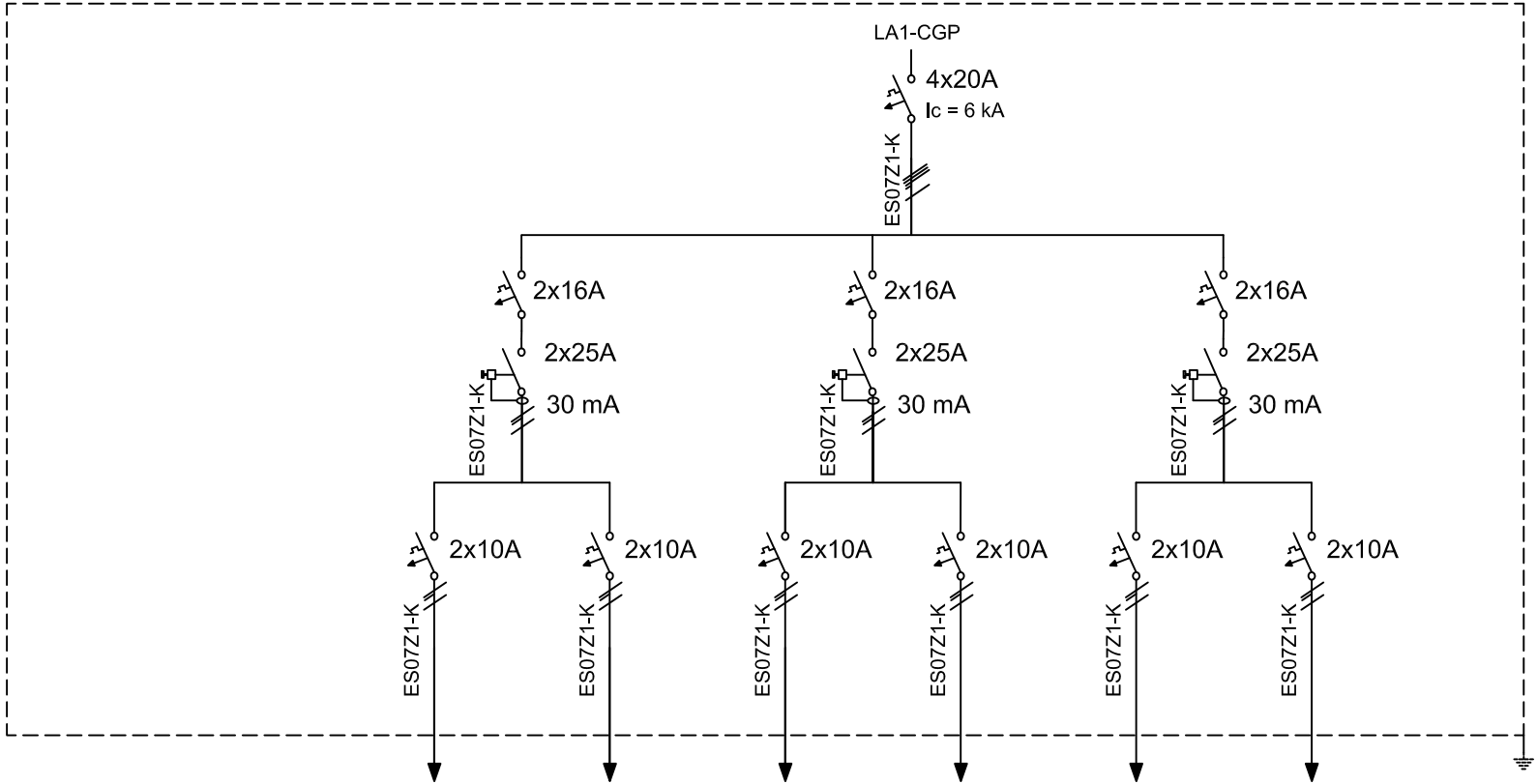
 UNIVERSIDADE DA CORUÑA		E. U. P. GRADO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA	TRABAJO FIN DE GRADO NÚMERO: 770G02A55
TÍTULO DEL PROYECTO: INSTALACION ELECTRICA DE GRANJA DESTINADA A VACUNO CON APORTE DE ENERGIA RENOVABLE			
TÍTULO DEL PLANO: Cuadro general de alumbrado			FECHA: SEPTIEMBRE 2014
AUTOR: IVÁN GARCÍA REBOREDO		FIRMA:	ESCALA: S/E
			PLANO Nº: 23



C.G.P.F	PRIMER CUADRO	SEGUNDO CUADRO
SECCIÓN CONDUCTORES	4x(1x6mm²)+TT	4x(1x35mm²)+TT
Ø TUBO DE PROTECCIÓN	20 mm	40 mm
INTENSIDAD MÁXIMA	40 A	119 A
INTENSIDAD NOMINAL	21.26 A	90.421
INTENSIDAD DE CORTO	1,8108 kA	1,8108 kA
CAIDA DE TENSIÓN	0.2944 %	0.8718 %
LONGITUD DE LA LÍNEA	9,5 m	39,4 m
FASE	R,S,T	R,S,T
NOMBRE DE LA LÍNEA	CSP-F1	CSP-F2


LEYENDA				
	P.I.A.	Pequeño Interruptor Automático		Puesta a Tierra
	I.D.	Interruptor Diferencial	NOTA: Todos los elementos con curva tipo D	
	B.V.	Bloque Diferencial VIGI		

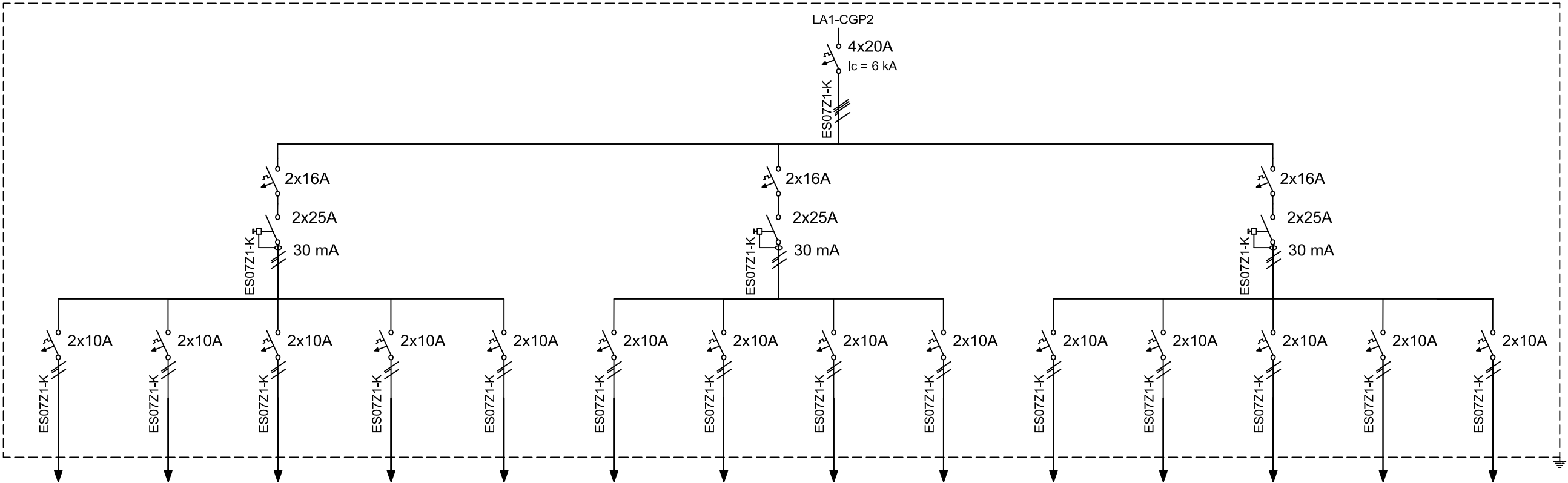
 UNIVERSIDADE DA CORUÑA		E. U. P. GRADO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA	TRABAJO FIN DE GRADO NÚMERO: 770G02A55
TÍTULO DEL PROYECTO: INSTALACION ELECTRICA DE GRANJA DESTINADA A VACUNO CON APORTE DE ENERGIA RENOVABLE			
TÍTULO DEL PLANO: Cuadro general de fuerza			FECHA: SEPTIEMBRE 2014
AUTOR: IVÁN GARCÍA REBOREDO			ESCALA: S/E
FIRMA:			PLANO N°: 24



C.S.A.1	CUADRAS	CUADRAS	CUADRAS	CUADRAS	CUADRAS	CUADRAS
SECCIÓN CONDUCTORES	2x(1x1.5mm²)+TT	2x(1x1.5mm²)+TT	2x(1x1.5mm²)+TT	2x(1x1.5mm²)+TT	2x(1x1.5mm²)+TT	2x(1x1.5mm²)+TT
Ø TUBO DE PROTECCIÓN	20 mm	20 mm	20 mm	20 mm	20 mm	20 mm
INTENSIDAD MÁXIMA	15 A	15A	15A	15A	15A	15A
INTENSIDAD NOMINAL	1.197 A	1.197	1.597 A	1.597 A	1.197 A	1.197 A
INTENSIDAD DE CORTO	1,4964 kA	1,4964 kA	1,4964 kA	1,4964 kA	1,4964 kA	1,4964 kA
CAIDA DE TENSIÓN	0.939 %	0.858 %	1.359 %	1.037 %	0.858 %	0.791 %
LONGITUD DE LA LÍNEA	70 m	64 m	58 m	76 m	64 m	59 m
FASE	R	R	S	S	T	T
NOMBRE DE LA LÍNEA	LA1-CA1	LA4-CA1	LA5-CA1	LA2-CA1	LA3-CA1	LA6-CA1


LEYENDA	
P.I.A. Pequeño Interruptor Automático	Puesta a Tierra
I.D. Interruptor Diferencial	NOTA: Todos los elementos con curva tipo C

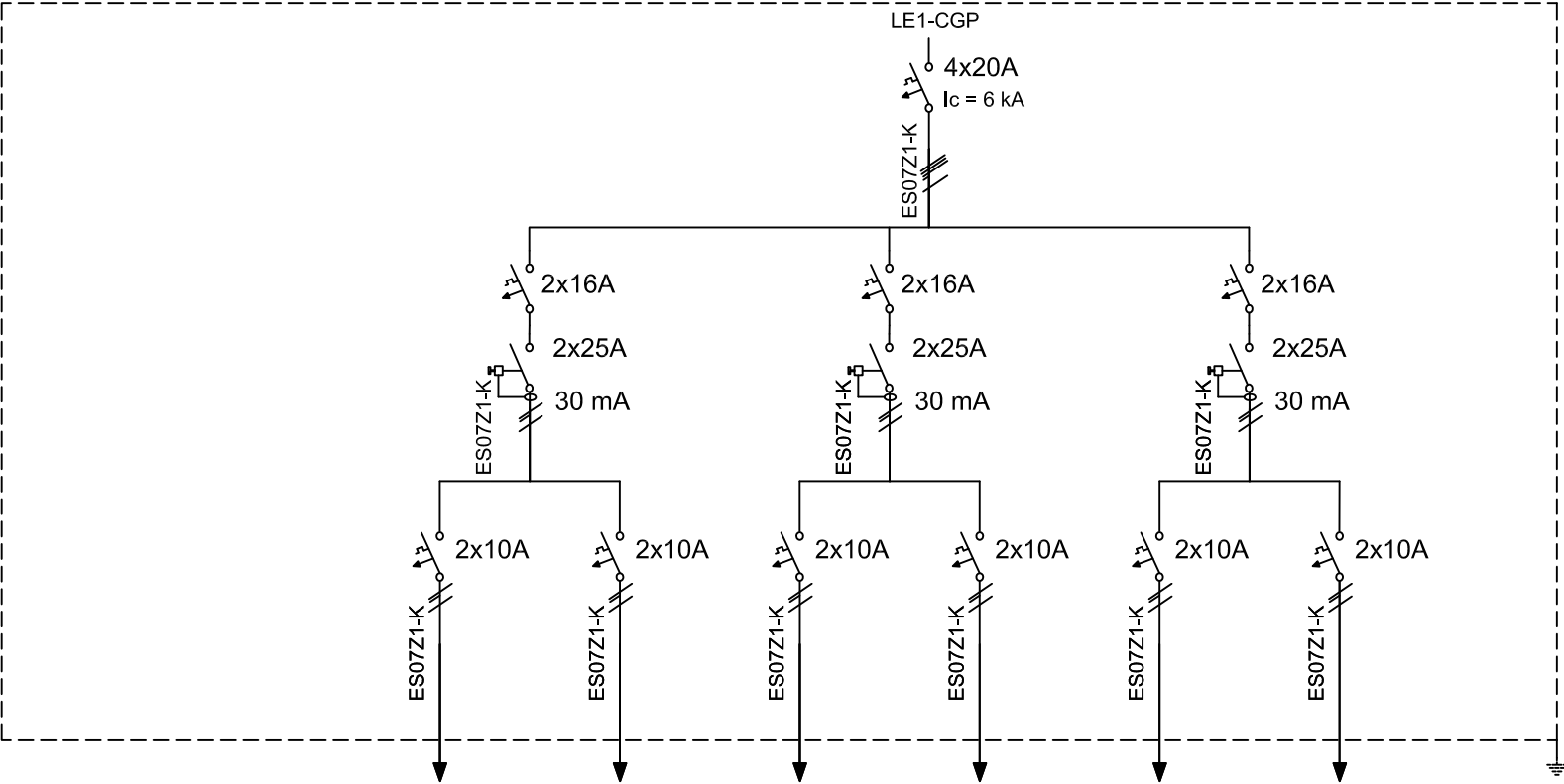
 UNIVERSIDADE DA CORUÑA		E. U. P. GRADO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA	TRABAJO FIN DE GRADO NÚMERO: 770G02A55
TÍTULO DEL PROYECTO: INSTALACION ELECTRICA DE GRANJA DESTINADA A VACUNO CON APORTE DE ENERGIA RENOVABLE			
TÍTULO DEL PLANO: Cuadro secundario de alumbrado 1			FECHA: SEPTIEMBRE 2014
AUTOR: IVÁN GARCÍA REBOREDO		FIRMA:	ESCALA: S/E
			PLANO Nº: 25






C.S.A.2	ZONA ENFRIADO	SALA ORDEÑO	BAÑO MASCULINO	VESTUARIO FEMENINO	OFICINA	ZONA ENFRIADO	ZONA ENFRIADO	SALA ORDEÑO	PASILLO	ZONA ENFRIADO	SALA ORDEÑO	BAÑO FEMENINO	VESTUARIO MASCULINO	ALMACEN
SECCIÓN CONDUCTORES	2x(1x1.5mm²)+TT	2x(1x1.5mm²)+TT	2x(1x1.5mm²)+TT	2x(1x1.5mm²)+TT	2x(1x1.5mm²)+TT	2x(1x1.5mm²)+TT	2x(1x1.5mm²)+TT	2x(1x1.5mm²)+TT	2x(1x1.5mm²)+TT	2x(1x1.5mm²)+TT	2x(1x1.5mm²)+TT	2x(1x1.5mm²)+TT	2x(1x1.5mm²)+TT	2x(1x1.5mm²)+TT
Ø TUBO DE PROTECCIÓN	20 mm	20 mm	20 mm	20 mm	20 mm	20 mm	20 mm	20 mm	20 mm	20 mm	20 mm	20 mm	20 mm	20 mm
INTENSIDAD MÁXIMA	15 A	15 A	15 A	15 A	15 A	15 A	15 A	15 A	15 A	15 A	15 A	15 A	15 A	15 A
INTENSIDAD NOMINAL	0.798 A	1.996 A	0.258 A	0.610 A	1.197 A	0.798 A	0.798 A	1.996 A	1. 197 A	0.798 A	2.395 A	0.258 A	0.610 A	0.798 A
INTENSIDAD DE CORTO	0,6367 kA	0,6367 kA	0,6367 kA	0,6367 kA	0,6367 kA	0,6367 kA	0,6367 kA	0,6367 kA	0,6367 kA	0,6367 kA	0,6367 kA	0,6367 kA	0,6367 kA	0,6367 kA
CAIDA DE TENSIÓN	0.447 %	1.006 %	0.032 %	0.082 %	0.295 %	0.474 %	0.528 %	0.894 %	0.174 %	0.501 %	0.939 %	0.035 %	0.082 %	0.295 %
LONGITUD DE LA LÍNEA	50 m	45 m	11 m	16 m	22 m	53 m	59 m	40 m	13 m	56 m	35 m	12 m	12 m	33 m
FASE	R	R	R	R	R	S	S	S	S	T	T	T	T	T
NOMBRE DE LA LÍNEA	LA1-CA2	LA5-CA2	LA8-CA2	LA11-CA2	LA12-CA2	LA2-CA2	LA4-CA2	LA6-CA2	LA13-CA2	LA3-CA2	LA7-CA2	LA9-CA2	LA10-CA2	LA14-CA2


LEYENDA	
P.I.A. Pequeño Interruptor Automático	Puesta a Tierra
I.D. Interruptor Diferencial	NOTA: Todos los elementos con curva tipo C

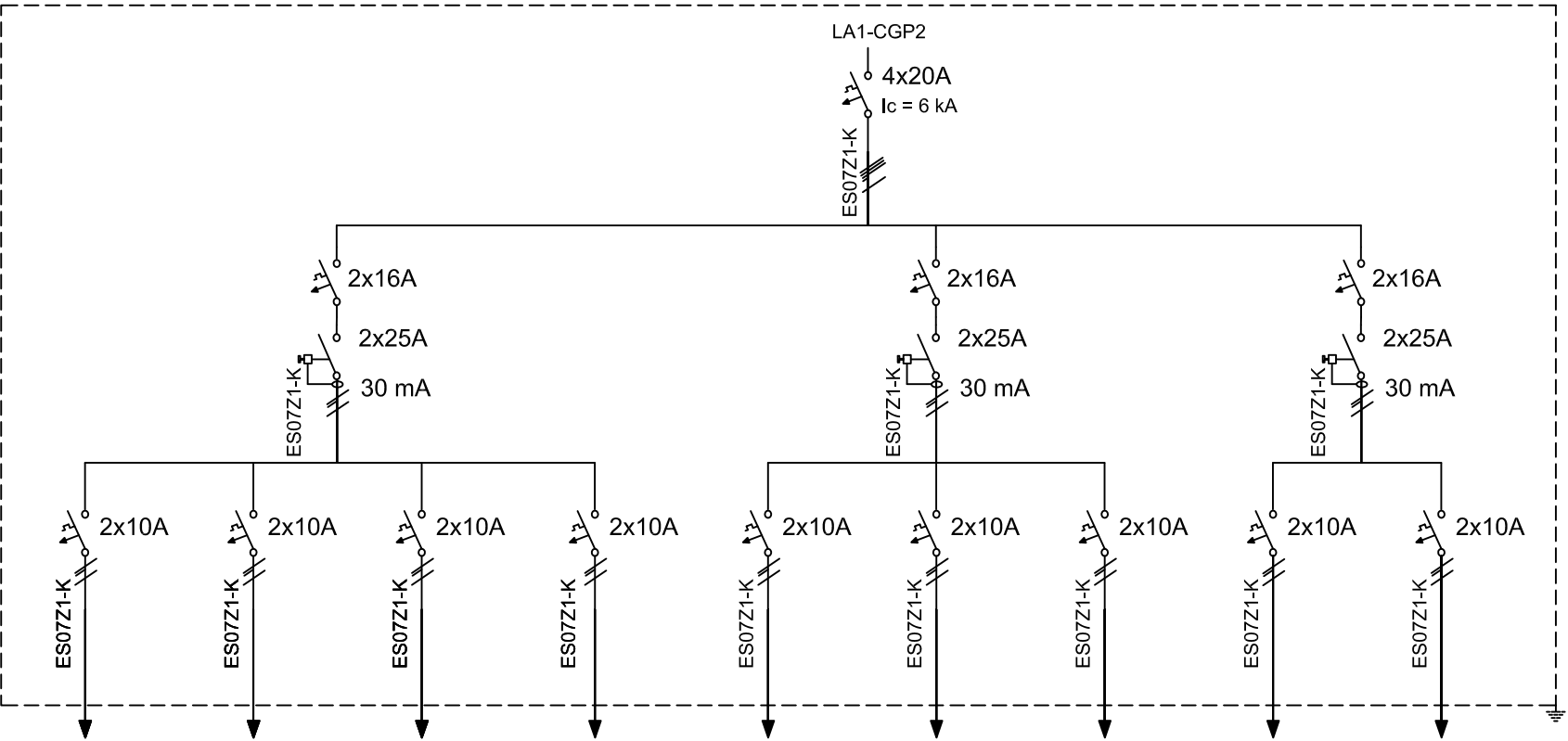
 UNIVERSIDADE DA CORUÑA		E. U. P. GRADO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA	TRABAJO FIN DE GRADO NÚMERO: 770G02A55
TÍTULO DEL PROYECTO: INSTALACION ELECTRICA DE GRANJA DESTINADA A VACUNO CON APOORTE DE ENERGIA RENOVABLE			
TÍTULO DEL PLANO: Cuadro secundario de alumbrado 2			FECHA: SEPTIEMBRE 2014
AUTOR: IVÁN GARCÍA REBOREDO		FIRMA:	ESCALA: S/E
			PLANO Nº: 26



C.S.E.1	CUADRA 1	CUADRA 2	CUADRA 1	CUADRA 2	CUADRA 1	CUADRA 2
SECCIÓN CONDUCTORES	2x(1x1.5mm²)+TT	2x(1x1.5mm²)+TT	2x(1x1.5mm²)+TT	2x(1x1.5mm²)+TT	2x(1x1.5mm²)+TT	2x(1x1.5mm²)+TT
Ø TUBO DE PROTECCIÓN	20 mm	20 mm	20 mm	20 mm	20 mm	20 mm
INTENSIDAD MÁXIMA	15 A	15A	15A	15A	15A	15A
INTENSIDAD NOMINAL	0.603 A	0.430	0.775 A	0.258 A	0.603 A	0.258 A
INTENSIDAD DE CORTO	1,4521 kA	1,4521 kA	1,4521 kA	1,4521 kA	1,4521 kA	1,4521 kA
CAIDA DE TENSIÓN	0.391 %	0.299 %	0.503 %	0.179 %	0.391 %	0.179 %
LONGITUD DE LA LÍNEA	58 m	62 m	58 m	62 m	58 m	62 m
FASE	R	R	S	S	T	T
NOMBRE DE LA LÍNEA	LE2-CSE.1	LE4-CSE.4	LE1-CSE.1	LE5-CSE.1	LE3-CSE.1	LE6-CSE.1


LEYENDA				
	P.I.A.	Pequeño Interruptor Automático		Puesta a Tierra
	I.D.	Interruptor Diferencial	NOTA: Todos los elementos con curva tipo C	

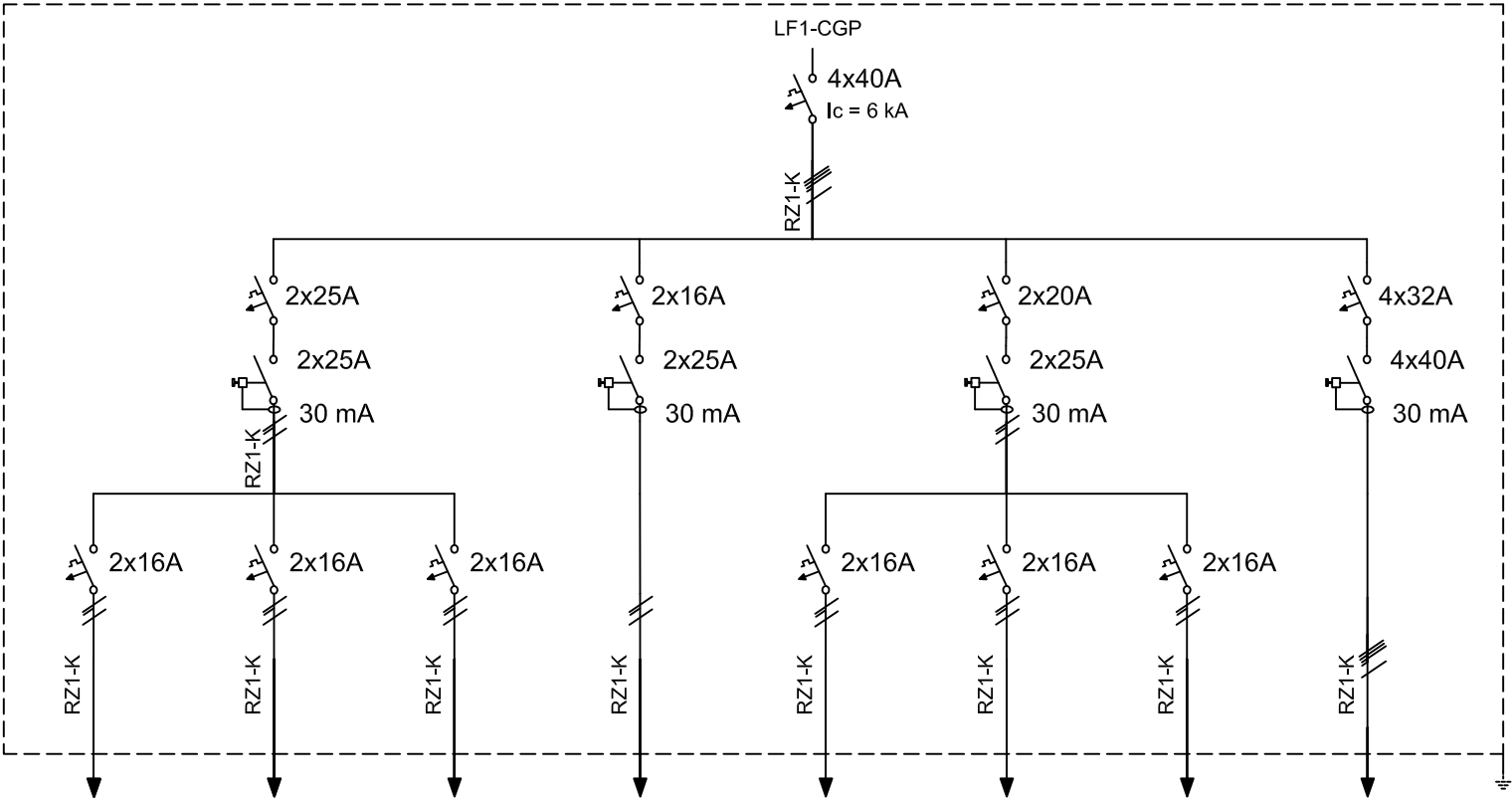
 UNIVERSIDADE DA CORUÑA		E. U. P. GRADO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA	TRABAJO FIN DE GRADO NÚMERO: 770G02A55
TÍTULO DEL PROYECTO: INSTALACION ELECTRICA DE GRANJA DESTINADA A VACUNO CON APORTE DE ENERGIA RENOVABLE			
TÍTULO DEL PLANO: Cuadro secundario de emergencia 1			FECHA: SEPTIEMBRE 2014
AUTOR: IVÁN GARCÍA REBOREDO			ESCALA: S/E
FIRMA:			PLANO Nº: 27



C.S.E.2	VESTUARIO MASCULINO	VESTUARIO FEMENINO	ALMACEN	BAÑO FEMENINO	OFICINA	PASILLO	BAÑO MASCULINO	SALA ORDEÑO	ZONA ENFRIADO
SECCIÓN CONDUCTORES	2x(1x1.5mm²)+TT	2x(1x1.5mm²)+TT	2x(1x1.5mm²)+TT	2x(1x1.5mm²)+TT	2x(1x1.5mm²)+TT	2x(1x1.5mm²)+TT	2x(1x1.5mm²)+TT	2x(1x1.5mm²)+TT	2x(1x1.5mm²)+TT
Ø TUBO DE PROTECCIÓN	20 mm	20 mm	20 mm	20 mm	20 mm	20 mm	20 mm	20 mm	20 mm
INTENSIDAD MÁXIMA	15 A	15 A	15 A	15 A	15 A	15 A	15 A	15 A	15 A
INTENSIDAD NOMINAL	0.172 A	0.172 A	0.258 A	0.172 A	0.172 A	0.517 A	0.172 A	0.099 A	0.119 A
INTENSIDAD DE CORTO	1,4521 kA	1,4521 kA	1,4521 kA	1,4521 kA	1,4521 kA	1,4521 kA	1,4521 kA	1,4521 kA	1,4521 kA
CAIDA DE TENSIÓN	0.023 %	0.027 %	0.098 %	0.071 %	0.046 %	0.087 %	0.066 %	0.207 %	0.214 %
LONGITUD DE LA LÍNEA	12 m	14 m	34 m	37 m	24 m	15 m	34 m	43 m	37 m
FASE	R	R	R	R	S	S	S	T	T
NOMBRE DE LA LÍNEA	LA4-CSE.2	LA5-CSE.2	LA6-CSE.2	LA8-CSE.2	LA1-CSE.2	LA7-CSE.2	LA9-CSE.2	LA2-CSE.2	LA3-CSE.2

LEYENDA	
P.I.A. Pequeño Interruptor Automático	Puesta a Tierra
I.D. Interruptor Diferencial	NOTA: Todos los elementos con curva tipo C

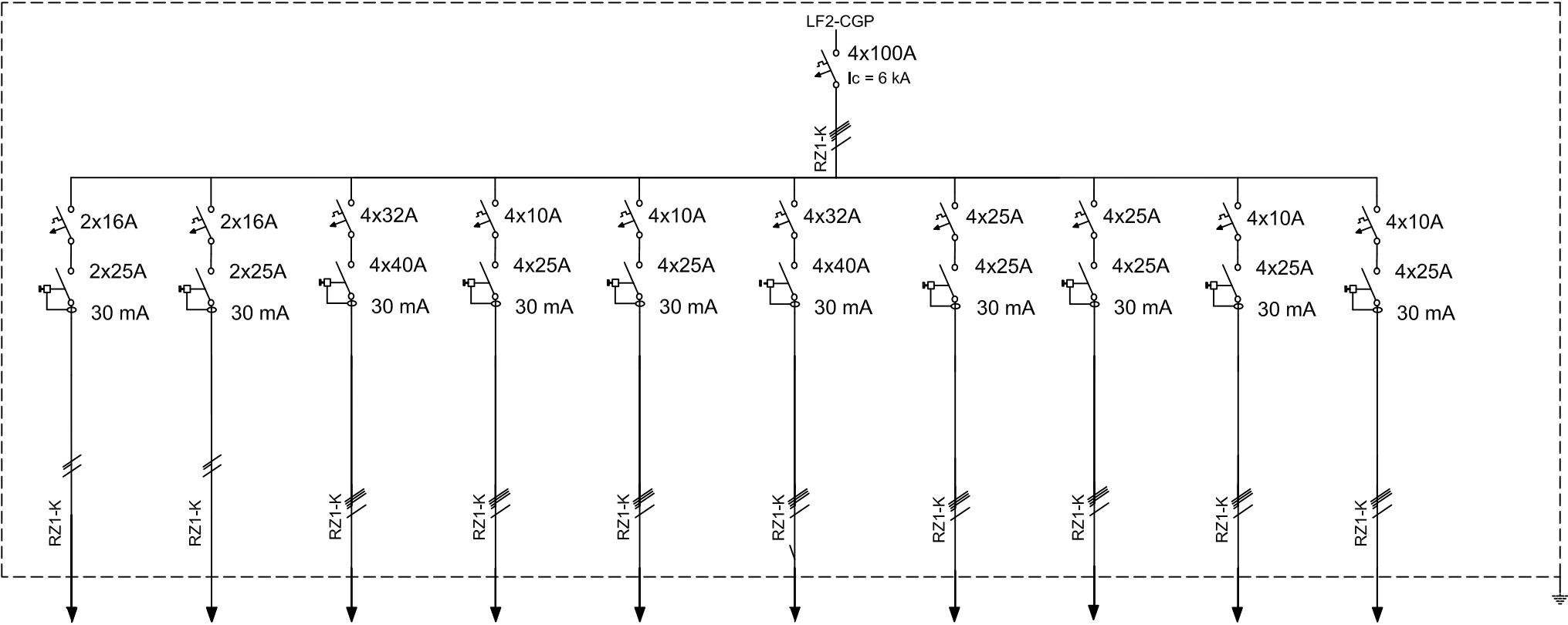
 UNIVERSIDADE DA CORUÑA		E. U. P. GRADO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA	TRABAJO FIN DE GRADO NÚMERO: 770G02A55
TÍTULO DEL PROYECTO: INSTALACION ELECTRICA DE GRANJA DESTINADA A VACUNO CON APORTE DE ENERGIA RENOVABLE			
TÍTULO DEL PLANO: Cuadro secundario de emergencia 2			FECHA: SEPTIEMBRE 2014
AUTOR: IVÁN GARCÍA REBOREDO			ESCALA: S/E
FIRMA:			PLANO Nº: 28



C.S.F.1	OFICINA	VESTUARIO FEMENINO	BAÑO FEMENINO	PASILLO	ALMACEN	VESTUARIO MASCULINO	BAÑO MASCULINO	T.C.C. (ALMACEN)
SECCIÓN CONDUCTORES	2x(1x2.5mm²)+TT	2x(1x2.5mm²)+TT	2x(1x2.5mm²)+TT	2x(1x2.5mm²)+TT	2x(1x2.5mm²)+TT	2x(1x2.5mm²)+TT	2x(1x2.5mm²)+TT	4x(1x6mm²)+TT
Ø TUBO DE PROTECCIÓN	20 mm	20 mm	20 mm	20 mm	20 mm	20 mm	20 mm	20 mm
INTENSIDAD MÁXIMA	21 A	21 A	21 A	21 A	21 A	21 A	21 A	36 A
INTENSIDAD NOMINAL	12.8 A	6.4 A	3.2 A	9.6 A	3.2 A	6.4 A	3.2 A	6.387 A
INTENSIDAD DE CORTO	1,7018 kA	1,7018 kA	1,7018 kA	1,7018 kA	1,7018 kA	1,7018 kA	1,7018 kA	1,7018 kA
CAIDA DE TENSIÓN	1.8121 %	0.4077 %	0.0906 %	0.8154 %	0.3398 %	0.4983 %	0.1359 %	0.2327 %
LONGITUD DE LA LÍNEA	20 m	9 m	4 m	12 m	15 m	11 m	6 m	25 m
FASE	R	R	R	S	T	T	T	R, S, T
NOMBRE DE LA LÍNEA	LF1.4 - CF1	LF1.6 - CF1	LF1.8 - CF1	LF1.3 - CF1	LF1.1 - CF1	LF1.5-CF1	LF1.7-CF1	LF1.2 - CF1


LEYENDA	
P.I.A. Pequeño Interruptor Automático	Puesta a Tierra
I.D. Interruptor Diferencial	NOTA: Todos los elementos con curva tipo C
B.V. Bloque Diferencial VIGI	

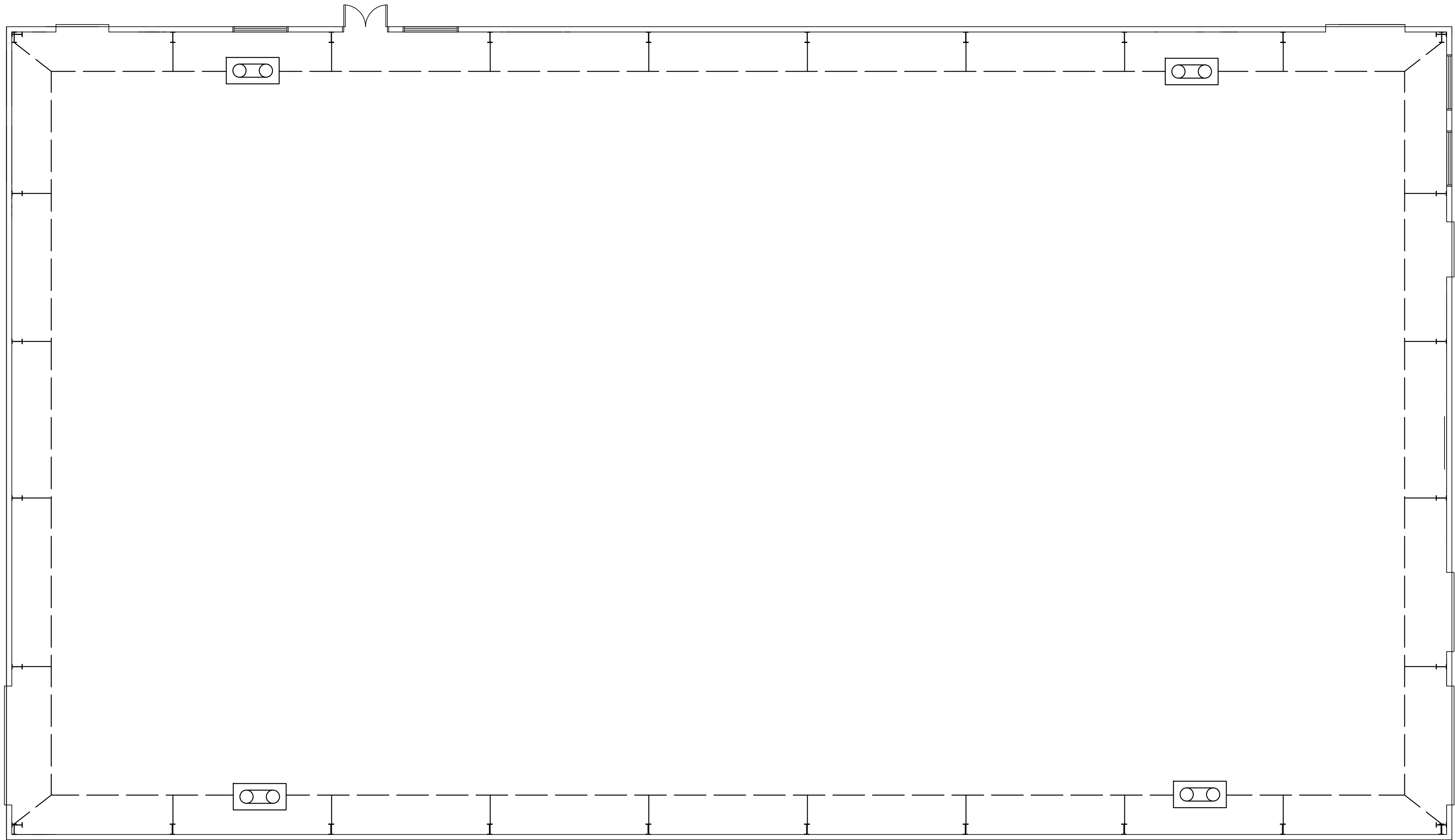
E. U. P. UNIVERSIDADE DA CORUÑA GRADO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA		TRABAJO FIN DE GRADO NÚMERO: 770G02A55
TÍTULO DEL PROYECTO: INSTALACION ELECTRICA DE GRANJA DESTINADA A VACUNO CON APORTE DE ENERGIA RENOVABLE		
TÍTULO DEL PLANO: Cuadro secundario de fuerza 1		FECHA: SEPTIEMBRE 2014
AUTOR: IVÁN GARCÍA REBOREDO		ESCALA: S/E
FIRMA:		PLANO Nº: 29

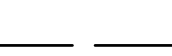
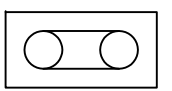



C.S.F.2	MUXIDORA	ZONA ENFRIADO	T.C.C. (MUXIDORA)	ARROBADERA 1	ARROBADERA 2	T.C.C. (ZONA ENFRIADO)	TANQUE FRIO 1	TANQUE FRIO 2	MOTOR ORDEÑADORA	MOTOR ORDEÑADORA
SECCIÓN CONDUCTORES	2x(1x2.5mm²)+TT	2x(1x2.5mm²)+TT	4x(1x6mm²)+TT	4x(1x2.5mm²)+TT	4x(1x2.5mm²)+TT	4x(1x6mm²)+TT	4x(1x6mm²)+TT	4x(1x6mm²)+TT	4x(1x6mm²)+TT	4x(1x6mm²)+TT
Ø TUBO DE PROTECCIÓN	20 mm	20 mm	20 mm	20 mm	20 mm	20 mm	20 mm	20 mm	20 mm	20 mm
INTENSIDAD MÁXIMA	21 A	21 A	36 A	36 A	36 A	36 A	36 A	36 A	36 A	36 A
INTENSIDAD NOMINAL	9.6 A	12.8 A	6.387 A	5.638 A	6.766 A	12.744 A	16.689 A	16.689 A	9.021 A	9.021 A
INTENSIDAD DE CORTO	1,7026 kA	1,7026 kA	1,7026 kA	1,7026 kA	1,7026 kA	1,7026 kA	1,7026 kA	1,7026 kA	1,7026 kA	1,7026 kA
CAIDA DE TENSIÓN	0.2718 %	2.3557 %	0.1862 %	0.7751%	1.1686%	0.3724 %	0.1703 %	0.2433 %	0.0954 %	0.1272 %
LONGITUD DE LA LÍNEA	4 m	26 m	20 m	39 m	49 m	20 m	7 m	10 m	3 m	4 m
FASE	T	S	R, S, T	R, S, T	R, S, T	R, S, T	R, S, T	R, S, T	R, S, T	R, S, T
NOMBRE DE LA LÍNEA	LF2.2 - CF2	LF2.6 - CF2	LF2.1 - CF2	LF2.3 - CF2	LF2.4 - CF2	LF2.5 - CF2	LF2.7-CF2	LF2.8-CF2	LF2.9 - CF2	LF2.10 - CF2

LEYENDA	
P.I.A. Pequeño Interruptor Automático	Puesta a Tierra
I.D. Interruptor Diferencial	NOTA: Todos los elementos con curva tipo C
B.V. Bloque Diferencial VIGI	

 E. U. P. UNIVERSIDADE DA CORUÑA GRADO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA		TRABAJO FIN DE GRADO NÚMERO: 770G02A55
TÍTULO DEL PROYECTO: INSTALACION ELECTRICA DE GRANJA DESTINADA A VACUNO CON APORTE DE ENERGIA RENOVABLE		
TÍTULO DEL PLANO: Cuadro secundario de fuerza 2		FECHA: SEPTIEMBRE 2014
AUTOR: IVÁN GARCÍA REBOREDO		ESCALA: S/E
FIRMA:		PLANO N°: 30



LEYENDA DE LÍNEA DE TIERRA	
	Conductor de tierra de 50 mm² de sección
	Arqueta de comprobación

 UNIVERSIDADE DA CORUÑA	E. U. P. GRADO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA		TRABAJO FIN DE GRADO NÚMERO: 770G02A55
	TÍTULO DEL PROYECTO: INSTALACION ELECTRICA DE GRANJA DESTINADA A VACUNO CON APORTE DE ENERGIA RENOVABLE		
TÍTULO DEL PLANO: Línea de puesta a tierra			FECHA: SEPTIEMBRE 2014
AUTOR: IVÁN GARCÍA REBOREDO		FIRMA:	ESCALA: 1:100
			PLANO Nº: 31

**TÍTULO: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE GRANJA DESTINADA A
VACUNO CON APOORTE DE ENERGÍA RENOVABLE**

ESTADO DE MEDICIONES

PETICIONARIO: ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA

AVDA. 19 DE FEBRERO, S/N

15405 - FERROL

FECHA: SEPTIEMBRE DE 2014

AUTOR: IVÁN GARCÍA REBOREDO

Fdo.: Iván García Reboredo

6 ESTADO DE MEDICONES	3
6.1 ILUMINACION	3
6.2 ALUMBRADO EMERGENCIA.....	4
6.3 ALUMBRADO CONTRA INCENDIOS	5
6.4 LÍNEA MEDIA TENSIÓN	7
6.5 CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	8
6.5.1 Obra civil.....	8
6.5.2 Aparata media tensión.....	8
6.5.3 Equipos de potencia	10
6.5.4 Equipos de baja tensión	10
6.5.5 Sistemas de tierras	11
6.5.6 Varios	12
6.6 INSTALACIONES ELECTRICAS	14
6.6.1 Acometida.....	14
6.6.2 Cableado	15
6.6.3 Batería de condensadores.....	16
6.6.4 Cuadros eléctricos.....	16
6.6.5 Fuerza	18
6.6.6 Interruptores y conmutadores.....	18
6.7 SUMINISTRO DE AGUAS.....	20
6.8 EVACUACIÓN DE AGUAS	24
6.8.1 Saneamiento	24
6.8.2 Pluviales	25
6.9 A.C.S	27
6.10 INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA.....	30

6 ESTADO DE MEDICIONES

6.1 ILUMINACION

Descripción	
Philips BCS460 LED24/840 PSD W16L124 MLO-PC	
Ud.	Medición
Ud.	9

Descripción	
Philips WT460C LED23S/840 PSU NB L1300	
Ud.	Medición
Ud.	6

Descripción	
Philips BBS460C 1XDLED-3000 C	
Ud.	Medición
Ud.	6

Descripción	
Philips BPS460 LED24/840 PSD W16L124 MLO-PC SMT1	
Ud.	Medición
Ud.	44

Ud.	Descripción	Medición
h.	Oficial 2ª electricista	8

6.2 ALUMBRADO EMERGENCIA

Descripción	
Luminaria NT 750 Lum 1h Lámpara fluorescente de 11W, 750 lúmenes de flujo luminoso, autonomía 1h.	
Ud.	Medición
Ud.	52

Ud.	Descripción	Medición
h.	Oficial 2ª electricista	5

6.3 ALUMBRADO CONTRA INCENDIOS

Descripción	
Placa señalización de extinción de plástico.	
Placa de señalización de elementos de extinción de incendios de 250x200 mm. en plástico rígido, totalmente colocada.	
Ud.	Medición
Ud.	13

Descripción	
Pulsador de alarma de superficie.	
Pulsador de Alarma Analógico direccionable AE/94-P1 de superficie. Desarrollado y fabricado por AGUILERA ELECTRÓNICA (o equivalente) según Norma EN 54-11. Equipados con módulo direccionable provisto de Microrruptor, led de alarma y autochequeo, sistema de comprobación con llave de rearme, lámina calibrada para que se enclave y no rompa y microprocesador que controle su funcionamiento e informe a la central de Alarma.	
Ud.	Medición
Ud.	13

Descripción	
Placa señalización de evacuación.	
Placa de señalización de evacuación y medios móviles de extinción en aluminio luminiscente tamaño 297x210 mm, totalmente colocada.	
Ud.	Medición
Ud.	6

Descripción	
EXTINTOR MANUAL POLVO POLIV.,(21A-113B),6Kg.	
Extintor manual de polvo polivalente, de 6Kg de capacidad y eficacia 21 A 113 B colocado sobre pared.	
Ud.	Medición
Ud.	13

Ud.	Descripción	Medición
h.	Peón ordinario construcción	12
h.	Oficial 1ª fontanero calefactor	12

6.4 LÍNEA MEDIA TENSIÓN

Ud.	Descripción	Medición
m.	CABLE MEDIA TENSION AL VOLTALENE-H HYDROCATCHER 12/20 kV 3X95 mm ² cable media tensión al voltalene-h hydrocatcher 12/20 kv	200
m.	EXC.ZANJA A MÁQUINA T.DISGREG. Excavación en zanjas, en terrenos disgregados, por medios mecánicos, con extracción de tierras a los bordes,sin carga ni transporte al vertedero y con p.p. de medios auxiliares.	200
m.	Tubo corrugado rojo doble pared D 110	2,000
m.	Tubo corrugado rojo doble pared D 160	2,000
m.	Cinta señalizadora	2,000
m.	Placa cubrecables	2,000
h.	Retrocargadora neumáticos 100 CV	0,150
h.	Oficial 1ª electricista	0,50
h.	Peón ordinario	0,200

6.5 CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

6.5.1 Obra civil

Descripción	
Edificio de Transformación: PFU-4/20	
Edificio prefabricado constituido por una envolvente, de estructura monobloque, de hormigón armado, tipo PFU-4/20, de dimensiones generales aproximadas 4480 mm de largo por 2380 mm de fondo por 3045 mm de alto. Incluye el edificio y todos sus elementos exteriores según CEI 622171-202, transporte, montaje y accesorios.	
Ud.	Medición
Ud.	1

6.5.2 Aparamenta media tensión

Descripción	
Equipo de MT	
Módulo metálico de corte y aislamiento íntegro en gas, preparado para una eventual inmersión, fabricado por ORMAZABAL, con las siguientes características:	
Un = 24 kV	
In = 400 A	
Icc = 16 kA / 40 kA	
Dimensiones: 365 mm / 735 mm / 1740 mm	
Mando: manual tipo B	
Se incluyen el montaje y conexión	
Ud.	Medición
Ud.	1

Descripción	
<p>Protección General: CGMCOSMOS-P</p> <p>Módulo metálico de corte y aislamiento íntegro en gas, preparado para una eventual inmersión, fabricado por ORMAZABAL con las siguientes características:</p> <p>Un = 24 kV In = 400 A Icc = 16 kA / 40 kA Dimensiones: 470 mm / 735 mm / 1740 mm</p> <p>· Mando (automático): manual tipo BR</p> <p>· Relé de protección: ekorRPG-301A 5.350,00 €</p> <p>Se incluyen el montaje y conexión.</p>	
Ud.	Medición
Ud.	1

Descripción	
<p>Medida: CGMCOSMOS-M</p> <p>Módulo metálico, conteniendo en su interior debidamente montados y conexiados los aparatos y materiales adecuados, fabricado por ORMAZABAL con las siguientes características:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Un = 24 kV - Dimensiones: 800 mm / 1025 mm / 1740 mm <p>Se incluyen en la celda tres (3) transformadores de tensión y tres (3) transformadores de intensidad, para la medición de la energía eléctrica consumida, con las características detalladas en la Memoria.</p> <p>Se incluyen el montaje y conexión.</p>	
Ud.	Medición
Ud.	1

Descripción	
<p>Puentes MT Transformador 1: Cables MT 12/20 kV</p> <p>Cables MT 12/20 kV del tipo RHZ1, unipolares, con conductores de sección y material 1x50 Al empleando 3 de 10 m de longitud, y terminaciones ELASTIMOLD de 24 kV del tipo cono difusor y modelo OTK.</p>	
Ud.	Medición
Ud.	1

6.5.3 Equipos de potencia

Descripción	
Equipo de potencia Transformador 1: Transformador silicona 24 kV Transformador trifásico reductor de tensión, con neutro accesible en el secundario, de potencia 100 kVA y refrigeración natural silicona, de tensión primaria 15 kV y tensión secundaria 420 V en vacío (B2), grupo de conexión Yzn11, de tensión de cortocircuito de 4% y regulación primaria de +/- 5%, +/- 2,5%. Se incluye también una protección con Termómetro.	
Ud.	Medición
Ud.	1

6.5.4 Equipos de baja tensión

Descripción	
Cuadros BT - B2 Transformador 1: Interruptor automático BT Cuadro de BT especialmente diseñado para esta aplicación con las siguientes características: <ul style="list-style-type: none"> - Interruptor automático de 160 A. - Salidas formadas por bases portafusibles: 4 Salidas - Tensión nominal: 440 V - Aislamiento: 10 kV - Dimensiones: Alto: 580 mm Ancho: 300 mm Fondo: 1820 mm 	
Ud.	Medición
Ud.	1

Descripción	
<p>Puentes BT - B2 Transformador 1: Puentes BT - B2 Transformador 1</p> <p>Juego de puentes de cables de BT, de sección y material Al (Etileno-Propileno) sin armadura, y todos los accesorios para la conexión, formados por un grupo de cables en la cantidad 1xfase + 1xneutro de 3,0 m de longitud.</p>	
Ud.	Medición
Ud.	1

Descripción	
<p>Equipo de Medida de Energía: Equipo de medida</p> <p>Contador tarifador electrónico multifunción, registrador electrónico y regleta de verificación.</p>	
Ud.	Medición
Ud.	1

6.5.5 Sistemas de tierras

Descripción	
<p>- Instalaciones de Tierras Exteriores</p> <p>Tierras Exteriores Prot Transformación: Anillo rectangular</p> <p>Instalación exterior de puesta a tierra de protección en el edificio de transformación, debidamente montada y conexionada, empleando conductor de cobre desnudo.</p> <p>El conductor de cobre está unido a picas de acero cobreado de 14mm de diámetro.</p> <p>Características:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Geometría: Anillo rectangular - Profundidad: 0,5 m - Número de picas: cuatro - Longitud de picas: 2 metros <p>Dimensiones del rectángulo: 5.0x2.5 m</p>	
Ud.	Medición
Ud.	1

Descripción	
<p>Tierras Interiores Prot Transformación: Instalación interior tierras</p> <p>Instalación de puesta a tierra de protección en el edificio de transformación, con el conductor de cobre desnudo, grapado a la pared, y conectado a los equipos de MT y demás aparamenta de este edificio, así como una caja general de tierra de protección según las normas de la compañía suministradora.</p>	
Ud.	Medición
Ud.	1

Descripción	
<p>Instalación de puesta a tierra de servicio en el edificio de transformación, con el conductor de cobre aislado, grapado a la pared, y conectado al neutro de BT, así como una caja general de tierra de servicio según las normas de la compañía suministradora.</p>	
Ud.	Medición
Ud.	1

6.5.6 Varios

Descripción	
<p>- Defensa de Transformadores</p> <p>Defensa de Transformador 1: Protección física transformador</p> <p>Protección metálica para defensa del transformador.</p> <p>- Equipos de Iluminación en el edificio de transformación</p>	
Ud.	Medición
Ud.	1

Descripción	
<p>Iluminación Edificio de Transformación: Equipo de iluminación</p> <p>Equipo de iluminación compuesto de:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Equipo de alumbrado que permita la suficiente visibilidad para ejecutar las maniobras y revisiones necesarias en los equipos de MT. - Equipo autónomo de alumbrado de emergencia y señalización de la salida del local. 	
Ud.	Medición
Ud.	1

Descripción	
<p>- Equipos de operación, maniobra y seguridad en el edificio de transformación</p> <p>Maniobra de Transformación: Equipo de seguridad y maniobra</p> <p>Equipo de operación que permite tanto la realización de maniobras con aislamiento suficiente para proteger al personal durante la operación, tanto de maniobras como de mantenimiento, compuesto por:</p> <ul style="list-style-type: none">- Banquillo aislante- Par de guantes de amianto- Extintor de eficacia 89B- Una palanca de accionamiento- Armario de primeros auxilios	
Ud.	Medición
Ud.	1

6.6 INSTALACIONES ELECTRICAS

6.6.1 Acometida

Descripción	
<p>Cable afumex firs 1000v sz-1/rz-1 1x70 mm2</p> <p>Línea constituida por seis conductores en paralelo por fase más tres de neutro, con aislante XLPE.</p> <p>Se distribuirán enterrados bajo tubo hasta llegar al Cuadro General Principal.</p>	
Ud.	Medición
m.	30

Descripción	
<p>Retro neumáticos 125CV500-1350 l</p> <p>Retroexcavadora sobre neumáticos de 125 CV de potencia con cuchara de 500 a 1350 litros, para una profundidad de excavación entre 5 y 7 metros y altura máxima de descarga 6 m, i/conductor y consumos.</p>	
Ud.	Medición
h.	10

Descripción	
<p>Camión dumper 20tm13m3 tracc tot</p> <p>Camión dumper con caja de 13 m3 de capacidad de tres ejes y tracción total, i/conductor y consumos.</p>	
Ud.	Medición
h.	4

Ud.	Descripción	Medición
h.	Peón ordinario construcción	7
h.	Oficial 1ª electricista	5

6.6.2 Cableado

Descripción	
Cable ES07Z1-K 1,5 mm	
Ud.	Medición
m.	1858

Descripción	
CABLE Afumex iristech 1000v rz1-k0,6/1kv 1x2,5	
Ud.	Medición
m.	200,5

Descripción	
CABLE Afumex iristech 1000v rz1-k0,6/1kv 1x4.	
Ud.	Medición
m.	12

Descripción	
CABLE Afumex iristech 1000v rz1-k0,6/1kv 1x6	
Ud.	Medición
m.	186,5

Descripción	
CABLE Afumex iristech 1000v rz1-k0,6/1kv 1x35	
Ud.	Medición
m.	39,4

Descripción	
CABLE Afumex iristech 1000v rz1-k0,6/1kv 1x50	
Ud.	Medición
m.	11,5

Ud.	Descripción	Medición
h.	Oficial 2ª electricista	8

6.6.3 Batería de condensadores

Ud.	Descripción	Medición
Ud.	Varset automática 400 V 45 KVar.	1

Ud.	Descripción	Medición
h.	Oficial 2ª electricista	3

6.6.4 Cuadros eléctricos

Ud.	Descripción	Medición
Ud.	Pragma C superficie, 4 filas, 96 pasos	1
Ud.	C60N "C" 2P 10 A	6
Ud.	ID 2/25/30 Clase AC	3
Ud.	C60N "C" 2P 16 A	3
Ud.	C60N "C" 4P 20 A	1

Ud.	Descripción	Medición
Ud.	Pragma D superficie, 4 filas, 144 pasos	1
Ud.	C60N "C" 2P 10 A	14
Ud.	ID 2/25/30 Clase AC	3
Ud.	C60N "C" 2P 16 A	3
Ud.	C60N "C" 4P 20 A	1

Ud.	Descripción	Medición
Ud.	Pragma C superficie, 4 filas, 96 pasos	1
Ud.	ID 2/25/30 Clase AC	3
Ud.	C60N "C" 2P 10 A	6
Ud.	C60N "C" 2P 16 A	3
Ud.	C60N "C" 4P 20 A	1

Ud.	Descripción	Medición
Ud.	Pragma D superficie, 3 filas, 108 pasos	1
Ud.	C60N "C" 2P 10 A	9
Ud.	ID 2/25/30 Clase AC	3
Ud.	C60N "C" 2P 16 A	3
Ud.	C60N "C" 4P 20 A	1

Ud.	Descripción	Medición
Ud.	Pragma D superficie, 3 filas, 108 pasos	1
Ud.	C60N "C" 2P 16 A	7
Ud.	ID 2/25/30 Clase AC	3
Ud.	C60N "C" 2P 25 A	1
Ud.	C60N "C" 2P 20 A	1
Ud.	ID 4/40/30 Clase AC	1
Ud.	C60N "C" 4P 32 A	1
Ud.	C60N "C" 4P 40 A	1

Ud.	Descripción	Medición
Ud.	Pragma F super. sin puerta, 5 filas, 240 pasos	1
Ud.	C60N "C" 2P 16 A	2
Ud.	ID 2/25/30 Clase AC	2
Ud.	C120N "C" 4P 100 A	1
Ud.	C60N "C" 4P 32 A	2
Ud.	C60N "C" 4P 10 A	4
Ud.	ID 4/40/30 Clase AC	2
Ud.	ID 4/25/30 Clase AC	6
Ud.	C60N "C" 4P 25 A	2

Ud.	Descripción	Medición
Ud.	Pragma C superficie, 4 filas, 96 pasos	1
Ud.	ID 4/25/300 Clase AC	3
Ud.	C60N "D" 4P 20 A	3
Ud.	C60N "D" 4P 25 A	1

Ud.	Descripción	Medición
Ud.	Pragma D superficie, 3 filas, 72 pasos	1
Ud.	C60H "D" 4P 40 A	1
Ud.	C120H "D" 4P 100 A	1
Ud.	ID 4/40/300 Clase AC	1
Ud.	NG125N "C" 4P 125 A	1

Ud.	Descripción	Medición
Ud.	Pragma D superficie, 3 filas, 72 pasos	1
Ud.	NSA160N TM160 4P 4D F.A.	1
Ud.	NG125N "C" 4P 125 A	1
Ud.	C60N "C" 4P 25 A	1
Ud.	ID 2/25/300 Clase AC	1
Ud.	NG125N "C" 4P 80 A	1

Ud.	Descripción	Medición
h.	Oficial 1ª electricista	10
h.	Oficial 2ª electricista	9

6.6.5 Fuerza

Descripción	
Toma de corriente combinada schucko. Toma de corriente combinada con 3 Bases 16A-230 y 1 Base 32A 3p +T16A-400.	
Ud.	Medición
Ud.	4

Descripción	
Toma de corriente schucko.	
Ud.	Medición
Ud.	21

Ud.	Descripción	Medición
h.	Oficial 2ª electricista	2

6.6.6 Interruptores y conmutadores

Descripción	
Mecanismo Interruptor SIMON 82	
Ud.	Medición
Ud.	8

Descripción	
Mecanismo Conmutador SIMON 82	
Ud.	Medición
Ud.	4

Descripción	
Mecanismo Conmutador de Cruce SIMON 82	
Ud.	Medición
Ud.	2

Ud.	Descripción	Medición
h.	Oficial 2ª electricista	1

6.7 SUMINISTRO DE AGUAS

Descripción	
Acometida polietileno Ø 40 x 4 mm.	
Ud.	Medición
m.	10

Descripción	
MultiSkin4 Tubería PE-Xc/AL/PE-Xc En 25 barras de 5 m y Ø 16 x 2,0 mm.	
Ud.	Medición
m.	172

Descripción	
MultiSkin4 Tubería PE-Xc/AL/PE-Xc En 18 barras de 5 m y Ø 20 x 2,25 mm.	
Ud.	Medición
m.	90,5

Descripción	
MultiSkin4 Tubería PE-Xc/AL/PE-Xc En 18 barras de 5 m y Ø 25 x 2,5 mm.	
Ud.	Medición
m.	28,7

Descripción	
MultiSkin4 Tubería PE-Xc/AL/PE-Xc En 18 barras de 5 m y Ø 32 x 3 mm.	
Ud.	Medición
m.	41,25

Descripción	
MultiSkin4 Tubería PE-Xc/AL/PE-Xc En 18 barras de 5 m y Ø 40 x 4 mm.	
Ud.	Medición
m.	9,5

Descripción	
MultiSkin4 Tubería PE-Xc/AL/PE-Xc En 18 barras de 5 m y Ø 50 x 4,5 mm.	
Ud.	Medición
m.	11,5
Descripción	
CODO 90 DN16mm	
Ud.	Medición
u.	37

Descripción	
CODO 90 DN20mm	
Ud.	Medición
u.	17

Descripción	
CODO 90 DN25mm	
Ud.	Medición
u.	11

Descripción	
CODO 90 DN32mm	
Ud.	Medición
u.	13

Descripción	
CODO 90 DN40mm	
Ud.	Medición
u.	3

Descripción	
CODO 90 DN50mm	
Ud.	Medición
u.	2

Descripción	
CODO TERMINAL DN16mm	
Ud.	Medición
u.	48

Descripción	
TE DN16mm	
Ud.	Medición
u.	3

Descripción	
TE DN20mm	
Ud.	Medición
u.	7

Descripción	
TE DN25mm	
Ud.	Medición
u.	2

Descripción	
TE DN32mm	
Ud.	Medición
u.	5

Descripción	
Reducción 20x16	
Ud.	Medición
u.	18

Descripción	
Reducción 25x20	
Ud.	Medición
u.	12

Descripción	
Reducción 32x25	
Ud.	Medición
u.	2

Descripción	
Reducción 40x32	
Ud.	Medición
u.	4

Ud.	Descripción	Medición
h.	Oficial 1ª fontanero calefactor	14
h.	Oficial 2ª fontanero calefactor	10

6.8 EVACUACIÓN DE AGUAS

6.8.1 Saneamiento

Ud.	Descripción	Medición
m.	Tubo evacuación multicapa con junta pegada EN1453 5M Ø 40	113
u.	CH-4 Codo macho-hembra 45° Ø 40 JP gris 7037	12
u.	KH manguito unión hembra-hembra JP Ø 40 gris 7037	12
h.	Oficial 1ª fontanero calefactor	2

Ud.	Descripción	Medición
m.	Tubo evacuación multicapa con junta pegada EN1453 5M Ø 50	43
u.	CJ-4 Codo macho-hembra 45° Ø 50 JP gris 7037	4
u.	KJ manguito unión hembra-hembra JP Ø 50 gris 7037	4
h.	Oficial 1ª fontanero calefactor	2

Ud.	Descripción	Medición
m.	Tubo evacuación multicapa con junta pegada EN1453 5M Ø 110	84
u.	CV-4 Codo macho-hembra 45° Ø 110 JP gris 7037	6
u.	KV manguito unión hembra-hembra JP Ø 110 gris 7037	6
h.	Oficial 1ª fontanero calefactor	2

Ud.	Descripción	Medición
m.	Tubo evacuación multicapa con junta pegada EN1453 5M Ø 150	37
u.	CZ-4 Codo macho-hembra 45° Ø 150 JP gris 7037	7
u.	KZ manguito unión hembra-hembra JP Ø 150 gris 7037	7
h.	Oficial 1ª fontanero calefactor	2

Descripción	
<p>B-S-50 Bote sifónico sumidero Ø 110</p> <p>1 entrada Ø50, 4 entradas Ø40, 1 salida Ø50. Se sirven con 2 reducciones Ø40-32, 2 tapones Ø40 y 1 casquillo reductor Ø50-40.</p>	
Ud.	Medición
Ud.	7

Descripción	
<p>Arqueta de paso 50x50</p> <ul style="list-style-type: none"> - Fabricadas en polipropileno con cargas, con alta resistencia mecánica y estabilizadas frente al choque térmico y a radiaciones solares. - Múltiples opciones de conexión, tanto en diámetros como en alturas. - Base con pendiente a 3 aguas para facilitar su vaciado. 	
Ud.	Medición
Ud.	7

Ud.	Descripción	Medición
h.	Oficial 1ª fontanero calefactor	3
h.	Oficial 2ª fontanero calefactor	4

6.8.2 Pluviales

Descripción	
<p>Canalón CA-185-B Plunia 3 metros blanco.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Recogida y canalización de las aguas pluviales de cubiertas inclinadas y tejados hasta la red de evacuación. - Bajante de sección circular de Ø 75 y largo 3 m. 	
Ud.	Medición
Ud.	15

Descripción	
<p>TC-75-3B Tubo bajante circular JP Ø 75 blanco 3 m.</p>	
Ud.	Medición
Ud.	15

Descripción	
Arqueta registro paso directo DN Tubo 250	
Ud.	Medición
Ud.	15

Ud.	Descripción	Medición
h.	Oficial 1ª fontanero calefactor	5
h.	Oficial 2ª fontanero calefactor	4

6.9 A.C.S

Descripción	
<p>Colectores solares ESCOSOL SOL 2100 XBA 2,1 m²</p> <p>El absorbedor se compone de una placa de cobre con tratamiento selectivo, a la que se unen tubos de cobre con tecnología láser. La carcasa en aluminio y el aislamiento térmico interior permiten minimizar al máximo las pérdidas del colector.</p>	
Ud.	Medición
u.	4

Descripción	
<p>Soporte Escosol 2100, 2 colectores 45° cubierta plana.</p> <p>Diseñados para cubierta plana, inclinación 45°, o cubierta inclinada con la misma pendiente que ésta. La estructura, de perfiles galvanizados de gran robustez, se compone del sistema de apoyo y del sistema de sujección.</p>	
Ud.	Medición
u.	2

Descripción	
<p>Acumulador solar BS 600 l. con estratificación.</p> <p>Sistema de acumulación para instalaciones de agua caliente y calefacción con energía Solar.</p>	
Ud.	Medición
u.	1

Ud.	Descripción	Medición
m.	TUBERÍA DE COBRE D=20-22 mm Tubería de cobre rígido, de 20/22 mm de diámetro nominal, en instalaciones para agua fría y caliente, con uniones realizadas mediante soldadura.	30
u.	Codo 90° HH cobre 22 mm.	4

Ud.	Descripción	Medición
u.	Grupo hidráulico ESCOSOL GRUNDFOS GF SOLAR 25-120 5-40 l/min.	1
u.	Bomba de llenado motorizada.	1

Descripción	
Vasos expansión energía solar 8 SMF.	
Ud.	Medición
u.	1

Descripción	
Maletín de mantenimiento PK. Manómetro digital, pipeta, tubo de ensayo, refractómetro, manual, llave de purga de aire, tiras de medición de pH, multímetro digital, reportes de mantenimiento y puesta en marcha.	
Ud.	Medición
u.	1

Descripción	
Válvula de esfera solar 1" H x 1" H.	
Ud.	Medición
u.	4

Descripción	
Separador de aire solar 3/4" con purgador automático.	
Ud.	Medición
u.	1

Descripción	
Válvulas de seguridad para energía solar.	
Ud.	Medición
u.	1

Descripción	
Tapón rosca hembra latón 3/4".	
Ud.	Medición
u.	2

Ud.	Descripción	Medición
h.	Oficial 1ª fontanero calefactor	10
h.	Oficial 2ª fontanero calefactor	8

6.10 INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA

Descripción	
<p>Paneles solares BlueSolar SPM280-24.</p> <p>Cristal templado de alta transmisión y de la más alta calidad que les confieren mejor rigidez y alta resistencia a impactos.</p> <p>Sistema preconexionado de fábrica con conectores PV-ST01.</p>	
Ud.	Medición
u.	160

Descripción	
<p>Baterías solares 24 OPzV 3000.</p> <p>Vida útil: > 20 años a 20°C, > 10 años a 30°C, > 5 años a 40°C.</p> <p>Cantidad de ciclos posibles: más de 1.500 ciclos al 80% de descarga.</p> <p>Fabricadas según las normas DIN 40736, EN 60896 y IEC 896-1.</p>	
Ud.	Medición
u.	3

Descripción	
<p>Inversor INGECON SUN de 50 KW.</p> <p>Diseño orientado a facilitar el mantenimiento, alta eficiencia a temperaturas elevadas, completo equipamiento de protecciones eléctricas.</p>	
Ud.	Medición
u.	1

Descripción	
Inversor SUNNY ISLAND CHARGER 48 V de 2400 KW.	
Ud.	Medición
u.	3

Descripción	
Cable ECOREVI es07z1-k 1x2,5	
Ud.	Medición
m.	65

Descripción	
Cable ECOREVI es07z1-k 1x16	
Ud.	Medición
m.	15

Descripción	
Cable ECOREVI es07z1-k 1x25	
Ud.	Medición
m.	10

Descripción	
CABLE Afumex iristech 1000v rz1-k0,6/1kv 1x25	
Ud.	Medición
m.	20

Descripción	
Seguidores Solares De Alta Tecnología S-2E TRACKER.	
<ul style="list-style-type: none"> - Estructuras metálicas en "V" . - Autómatas de Seguimiento PLC en cuadros eléctricos independientes, totalmente equipados. - Motores trifásicos para ambos ejes. - Cuadros de acometida/conexión para alojamiento de protecciones. 	
Ud.	Medición
u.	2

Ud.	Descripción	Medición
h.	Oficial 1ª electricista	15
h.	Oficial 2ª electricista	11

**TÍTULO: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE GRANJA DESTINADA A
VACUNO CON APOORTE DE ENERGÍA RENOVABLE**

PRESUPUESTO

PETICIONARIO: ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA

AVDA. 19 DE FEBRERO, S/N

15405 - FERROL

FECHA: SEPTIEMBRE DE 2014

AUTOR: IVÁN GARCÍA REBOREDO

Fdo.: Iván García Reboredo

7 PRESUPUESTO	3
7.1 ILUMINACION	3
7.2 ALUMBRADO EMERGENCIA	4
7.3 ALUMBRADO CONTRA INCENDIOS	5
7.4 LÍNEA MEDIA TENSIÓN	7
7.5 CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	8
7.5.1 Obra civil	8
7.5.2 Aparatación media tensión	8
7.5.3 Equipos de potencia	10
7.5.4 Equipos de baja tensión	10
7.5.5 Sistemas de tierras	11
7.5.6 Varios	12
7.6 INSTALACIONES ELÉCTRICAS	14
7.6.1 Acometida	14
7.6.2 Cableado	15
7.6.3 Batería de condensadores	16
7.6.4 Cuadros eléctricos	16
7.6.5 Fuerza	18
7.6.6 Interruptores y conmutadores	19
7.7 SUMINISTRO DE AGUAS	20
7.8 EVACUACIÓN DE AGUAS	24
7.8.1 Saneamiento	24
7.8.2 Pluviales	25
7.9 A.C.S.	27
7.10 INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA	30

7 PRESUPUESTO

7.1 ILUMINACION

Descripción			
Philips BCS460 LED24/840 PSD W16L124 MLO-PC			
Ud.	Medición	Precio	Importe
Ud.	9	683,41 €	6150,59 €

Descripción			
Philips WT460C LED23S/840 PSU NB L1300			
Ud.	Medición	Precio	Importe
Ud.	6	456,12 €	2736,72 €

Descripción			
Philips BBS460C 1XDLED-3000 C			
Ud.	Medición	Precio	Importe
Ud.	6	532,33 €	3193,98 €

Descripción			
Philips BPS460 LED24/840 PSD W16L124 MLO-PC SMT1			
Ud.	Medición	Precio	Importe
Ud.	44	643,89 €	28331,16 €

Ud.	Descripción	Medición	Precio	Importe
h.	Oficial 2ª electricista	8	15,86 €	126,88 €

Total iluminación			40539,33 €	
-------------------	--	--	------------	--

7.2 ALUMBRADO EMERGENCIA

Descripción			
Luminaria NT 750 Lum 1h Lámpara fluorescente de 11W, 750 lúmenes de flujo luminoso, autonomía 1h.			
Ud.	Medición	Precio	Importe
Ud.	52	189,67 €	9862,84 €

Ud.	Descripción	Medición	Precio	Importe
h.	Oficial 2ª electricista	5	15,86 €	79,3 €

Total alumbrado emergencia			9942,14 €	
-----------------------------------	--	--	------------------	--

7.3 ALUMBRADO CONTRA INCENDIOS

Descripción			
<p>Placa señalización de extinción de plástico.</p> <p>Placa de señalización de elementos de extinción de incendios de 250x200 mm. en plástico rígido, totalmente colocada.</p>			
Ud.	Medición	Precio	Importe
Ud.	13	7,50 €	97,5 €

Descripción			
<p>Pulsador de alarma de superficie.</p> <p>Pulsador de Alarma Analógico direccionable AE/94-P1 de superficie. Desarrollado y fabricado por AGUILERA ELECTRÓNICA (o equivalente) según Norma EN 54-11. Equipados con módulo direccionable provisto de Microrruptor, led de alarma y autochequeo, sistema de comprobación con llave de rearme, lámina calibrada para que se enclave y no rompa y microprocesador que controle su funcionamiento e informe a la central de Alarma.</p>			
Ud.	Medición	Precio	Importe
Ud.	13	85,95 €	1117,35 €

Descripción			
<p>Placa señalización de evacuación.</p> <p>Placa de señalización de evacuación y medios móviles de extinción en aluminio luminiscente tamaño 297x210 mm, totalmente colocada.</p>			
Ud.	Medición	Precio	Importe
Ud.	6	12,20 €	73,2 €

Descripción			
<p>EXTINTOR MANUAL POLVO POLIV.,(21A-113B),6Kg.</p> <p>Extintor manual de polvo polivalente, de 6Kg de capacidad y eficacia 21 A 113 B colocado sobre pared.</p>			
Ud.	Medición	Precio	Importe
Ud.	13	30,68 €	398,84 €

Ud.	Descripción	Medición	Precio	Importe
h.	Peón ordinario construcción	12	11,50 €	138,00 €
h.	Oficial 1ª fontanero calefactor	12	17,51 €	210,12 €
Total importe mano de obra				348,12 €
Total contraincendios				2035,01 €

7.4 LÍNEA MEDIA TENSION

Ud.	Descripción	Medición	Precio	Importe
m.	CABLE MEDIA TENSION AL VOLTALENE-H HYDROCATCHER 12/20 kV 3X95 mm ² cable media tensión al voltalene-h hydrocatcher 12/20 kv	200	61,80 €	12360,00 €
m.	EXC.ZANJA A MÁQUINA T.DISGREG. Excavación en zanjas, en terrenos disgregados, por medios mecánicos, con extracción de tierras a los bordes,sin carga ni transporte al vertedero y con p.p. de medios auxiliares.	200	9 €	1800,00 €
m.	Tubo corrugado rojo doble pared D 110	2,000	6,20 €	12,40 €
m.	Tubo corrugado rojo doble pared D 160	2,000	7,42 €	14,84 €
m.	Cinta señalizadora	2,000	0,15 €	0,30 €
m.	Placa cubrecables	2,000	1,75 €	1,75 €
h.	Retrocargadora neumáticos 100 CV	0,150	36,08 €	5,41 €
h.	Oficial 1ª electricista	0,50	17,72 €	8,86 €
h.	Peón ordinario	0,200	11,50 €	2,3 €
TOTAL LÍNEA MT				14205,86 €

7.5 CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

7.5.1 Obra civil

Descripción			
Edificio de Transformación: PFU-4/20			
Edificio prefabricado constituido por una envolvente, de estructura monobloque, de hormigón armado, tipo PFU-4/20, de dimensiones generales aproximadas 4480 mm de largo por 2380 mm de fondo por 3045 mm de alto. Incluye el edificio y todos sus elementos exteriores según CEI 622171-202, transporte, montaje y accesorios.			
Ud.	Medición	Precio	Importe
Ud.	1	8.400,00 €	8.400,00 €
Total importe obra civil :			8.400,00 €

7.5.2 Aparamenta media tensión

Descripción			
Equipo de MT			
Módulo metálico de corte y aislamiento íntegro en gas, preparado para una eventual inmersión, fabricado por ORMAZABAL, con las siguientes características:			
Un = 24 kV			
In = 400 A			
Icc = 16 kA / 40 kA			
Dimensiones: 365 mm / 735 mm / 1740 mm			
Mando: manual tipo B			
Se incluyen el montaje y conexión			
Ud.	Medición	Precio	Importe
Ud.	1	2.675,00 €	2.675,00 €
Total importe equipo de MT:			2.675,00 €

Descripción			
<p>Protección General: CGMCOSMOS-P</p> <p>Módulo metálico de corte y aislamiento íntegro en gas, preparado para una eventual inmersión, fabricado por ORMAZABAL con las siguientes características:</p> <p>Un = 24 kV In = 400 A Icc = 16 kA / 40 kA Dimensiones: 470 mm / 735 mm / 1740 mm .</p> <p>·Mando (automático): manual tipo BR</p> <p>·Relé de protección: ekorRPG-301A5.350,00 €</p> <p>Se incluyen el montaje y conexión.</p>			
Ud.	Medición	Precio	Importe
Ud.	1	5.350,00 €	5.350,00 €
Total importe equipo de MT:			5.350,00 €

Descripción			
<p>Medida: CGMCOSMOS-M</p> <p>Módulo metálico, conteniendo en su interior debidamente montados y conexiados los aparatos y materiales adecuados, fabricado por ORMAZABAL con las siguientes características:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Un = 24 kV - Dimensiones: 800 mm / 1025 mm / 1740 mm <p>Se incluyen en la celda tres (3) transformadores de tensión y tres (3) transformadores de intensidad, para la medición de la energía eléctrica consumida, con las características detalladas en la Memoria.</p> <p>Se incluyen el montaje y conexión.</p>			
Ud.	Medición	Precio	Importe
Ud.	1	3.850,00 €	3.850,00 €
Total importe equipo de Medida:			3.850,00 €

Descripción			
<p>Puentes MT Transformador 1: Cables MT 12/20 kV</p> <p>Cables MT 12/20 kV del tipo RHZ1, unipolares, con conductores de sección y material 1x50 Al empleando 3 de 10 m de longitud, y terminaciones ELASTIMOLD de 24 kV del tipo cono difusor y modelo OTK.</p>			
Ud.	Medición	Precio	Importe
Ud.	1	950,00 €	950,00 €
Total importe equipo de Puente MT Trasformador:			950,00 €

Total importe aparamenta de MT	12.825,00 €
---------------------------------------	--------------------

7.5.3 Equipos de potencia

Descripción			
Equipo de potencia			
Transformador 1: Transformador silicona 24 kV			
Transformador trifásico reductor de tensión, con neutro accesible en el secundario, de potencia 100 kVA y refrigeración natural silicona, de tensión primaria 15 kV y tensión secundaria 420 V en vacío (B2), grupo de conexión Yzn11, de tensión de cortocircuito de 4% y regulación primaria de +/- 5%, +/- 2,5%.			
Se incluye también una protección con Termómetro.			
Ud.	Medición	Precio	Importe
Ud.	1	5.550,00 €	5.550,00 €
Total importe equipos de potencia:			5.550,00 €

7.5.4 Equipos de baja tensión

Descripción			
Cuadros BT - B2 Transformador 1: Interruptor automático BT			
Cuadro de BT especialmente diseñado para esta aplicación con las siguientes características:			
<ul style="list-style-type: none"> - Interruptor automático de 160 A. - Salidas formadas por bases portafusibles: 4 Salidas - Tensión nominal: 440 V - Aislamiento: 10 kV - Dimensiones: Alto: 580 mm Ancho: 300 mm Fondo: 1820 mm 			
Ud.	Medición	Precio	Importe
Ud.	1	4.500,00 €	4.500,00 €
Total importe puentes:			4.500,00 €

Descripción			
Puentes BT - B2 Transformador 1: Puentes BT - B2 Transformador 1			
Juego de puentes de cables de BT, de sección y material Al (Etileno-Propileno) sin armadura, y todos los accesorios para la conexión, formados por un grupo de cables en la cantidad 1xfase + 1xneutro de 3,0 m de longitud.			
Ud.	Medición	Precio	Importe
Ud.	1	750,00 €	750,00 €
Total importe puentes:			750,00 €

Descripción			
Equipo de Medida de Energía: Equipo de medida			
Contador tarifador electrónico multifunción, registrador electrónico y regleta de verificación.			
Ud.	Medición	Precio	Importe
Ud.	1	2.750,00 €	2.750,00 €
Total importe Equipo de medida:			2.750,00 €
Total importe equipos de BT			8.000,00 €

7.5.5 Sistemas de tierras

Descripción			
- Instalaciones de Tierras Exteriores Tierras Exteriores Prot Transformación: Anillo rectangular			
Instalación exterior de puesta a tierra de protección en el edificio de transformación, debidamente montada y conexionada, empleando conductor de cobre desnudo.			
El conductor de cobre está unido a picas de acero cobreado de 14mm de diámetro.			
Características:			
<ul style="list-style-type: none"> - Geometría: Anillo rectangular - Profundidad: 0,5 m - Número de picas: cuatro - Longitud de picas: 2 metros 			
Dimensiones del rectángulo: 5.0x2.5 m			
Ud.	Medición	Precio	Importe
Ud.	1	1.285,00 €	1.285,00 €
Total importe Instalaciones de tierras exteriores:			1.285,00 €

Descripción			
<p>Tierras Interiores Prot Transformación: Instalación interior tierras</p> <p>Instalación de puesta a tierra de protección en el edificio de transformación, con el conductor de cobre desnudo, grapado a la pared, y conectado a los equipos de MT y demás aparamenta de este edificio, así como una caja general de tierra de protección según las normas de la compañía suministradora.</p>			
Ud.	Medición	Precio	Importe
Ud.	1	925,00 €	925,00 €
Total importe Instalación interior tierras:			925,00 €

Descripción			
<p>Instalación de puesta a tierra de servicio en el edificio de transformación, con el conductor de cobre aislado, grapado a la pared, y conectado al neutro de BT, así como una caja general de tierra de servicio según las normas de la compañía suministradora.</p>			
Ud.	Medición	Precio	Importe
Ud.	1	925,00 €	925,00 €
Total importe Instalación interior tierras:			925,00 €
Total importe sistema de tierras			3.135,00 €

7.5.6 Varios

Descripción			
<p>- Defensa de Transformadores</p> <p>Defensa de Transformador 1: Protección física transformador</p> <p>Protección metálica para defensa del transformador.</p> <p>- Equipos de Iluminación en el edificio de transformación</p>			
Ud.	Medición	Precio	Importe
Ud.	1	283,00 €	283,00 €
Total importe Defensa de Transformadores:			283,00 €

Descripción			
<p>Iluminación Edificio de Transformación: Equipo de iluminación</p> <p>Equipo de iluminación compuesto de:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Equipo de alumbrado que permita la suficiente visibilidad para ejecutar las maniobras y revisiones necesarias en los equipos de MT. - Equipo autónomo de alumbrado de emergencia y señalización de la salida del local. 			
Ud.	Medición	Precio	Importe
Ud.	1	600,00 €	600,00 €
Total importe Equipo Iluminación:			600,00 €

Descripción			
<p>- Equipos de operación, maniobra y seguridad en el edificio de transformación</p> <p>Maniobra de Transformación: Equipo de seguridad y maniobra</p> <p>Equipo de operación que permite tanto la realización de maniobras con aislamiento suficiente para proteger al personal durante la operación, tanto de maniobras como de mantenimiento, compuesto por:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Banquillo aislante - Par de guantes de amianto - Extintor de eficacia 89B - Una palanca de accionamiento - Armario de primeros auxilios 			
Ud.	Medición	Precio	Importe
Ud.	1	700,00 €	700,00 €
Total importe Equipo Iluminación:			700,00 €
Total importe de varios			1.583,00 €

Total importe obra civil	8.400,00 €
Total importe aparamenta de MT	12.825,00 €
Total importe equipos de potencia	5.550,00 €
Total importe equipos de BT	8.000,00 €
Total importe sistema de tierras	3.135,00 €
Total importe de varios	1.583,00 €
TOTAL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	39.493,00 €

7.6 INSTALACIONES ELECTRICAS

7.6.1 Acometida

Descripción			
Cable afumex firs 1000v sz-1/rz-1 1x70 mm2 Línea constituida por seis conductores en paralelo por fase más tres de neutro, con aislante XLPE. Se distribuirán enterrados bajo tubo hasta llegar al Cuadro General Principal.			
Ud.	Medición	Precio	Importe
m.	30	37,19 €	1115,70 €

Descripción			
Retro neumáticos 125CV500-1350 l Retroexcavadora sobre neumáticos de 125 CV de potencia con cuchara de 500 a 1350 litros, para una profundidad de excavación entre 5 y 7 metros y altura máxima de descarga 6 m, i/conductor y consumos.			
Ud.	Medición	Precio	Importe
h.	10	16,07 €	160,7 €

Descripción			
Camión dumper 20tm13m3 tracc tot Camión dumper con caja de 13 m3 de capacidad de tres ejes y tracción total, i/conductor y consumos.			
Ud.	Medición	Precio	Importe
h.	4	23,45 €	93,8 €

Ud.	Descripción	Medición	Precio	Importe
h.	Peón ordinario construcción	7	11,50 €	80,50 €
h.	Oficial 1ª electricista	5	17,72 €	88,6 €
Total importe mano de obra				169,1 €

Total Importe Acometida	1539,3 €
--------------------------------	-----------------

7.6.2 Cableado

Descripción			
Cable ES07Z1-K 1,5 mm			
Ud.	Medición	Precio	Importe
m.	1858	1,616 €	3002,53 €

Descripción			
CABLE Afumex iristech 1000v rz1-k0,6/1kv 1x2,5			
Ud.	Medición	Precio	Importe
m.	200,5	1,987 €	398,39 €

Descripción			
CABLE Afumex iristech 1000v rz1-k0,6/1kv 1x4.			
Ud.	Medición	Precio	Importe
m.	12	2,697 €	32,36 €

Descripción			
CABLE Afumex iristech 1000v rz1-k0,6/1kv 1x6			
Ud.	Medición	Precio	Importe
m.	186,5	3,756 €	700,5 €

Descripción			
CABLE Afumex iristech 1000v rz1-k0,6/1kv 1x35			
Ud.	Medición	Precio	Importe
m.	39,4	17,059 €	672,13 €

Descripción			
CABLE Afumex iristech 1000v rz1-k0,6/1kv 1x50			
Ud.	Medición	Precio	Importe
m.	11,5	24,059 €	276,68 €

Ud.	Descripción	Medición	Precio	Importe
h.	Oficial 2ª electricista	8	15,86 €	126,88 €

Total importe cableado	5209,47 €
-------------------------------	------------------

7.6.3 Batería de condensadores

Ud.	Descripción	Medición	Precio	Importe
Ud.	Varset automática 400 V 45 KVar.	1	2242,86 €	2242,86 €

Ud.	Descripción	Medición	Precio	Importe
h.	Oficial 2ª electricista	3	15,86 €	47,58 €

Total batería condensadores	2290,44 €
------------------------------------	------------------

7.6.4 Cuadros eléctricos

Ud.	Descripción	Medición	Precio	Importe
Ud.	Pragma C superficie, 4 filas, 96 pasos	1	54,09 €	54,09 €
Ud.	C60N "C" 2P 10 A	6	32,66 €	195,96 €
Ud.	ID 2/25/30 Clase AC	3	92,95 €	278,85 €
Ud.	C60N "C" 2P 16 A	3	33,25 €	99,75 €
Ud.	C60N "C" 4P 20 A	1	72,32 €	72,32 €
Total importe CSA 1				848,17 €

Ud.	Descripción	Medición	Precio	Importe
Ud.	Pragma D superficie, 4 filas, 144 pasos	1	136,55 €	136,55 €
Ud.	C60N "C" 2P 10 A	14	32,66 €	457,24 €
Ud.	ID 2/25/30 Clase AC	3	92,95 €	278,85 €
Ud.	C60N "C" 2P 16 A	3	33,25 €	99,75 €
Ud.	C60N "C" 4P 20 A	1	72,32 €	72,32 €
Total importe CSA 2				1264,10 €

Ud.	Descripción	Medición	Precio	Importe
Ud.	Pragma C superficie, 4 filas, 96 pasos	1	54,09 €	54,09 €
Ud.	ID 2/25/30 Clase AC	3	92,95 €	278,85 €
Ud.	C60N "C" 2P 10 A	6	32,66 €	195,96 €
Ud.	C60N "C" 2P 16 A	3	33,25 €	99,75 €
Ud.	C60N "C" 4P 20 A	1	33,6 €	33,6 €
Total importe CSA.Emergencia 1				801,32 €

Ud.	Descripción	Medición	Precio	Importe
Ud.	Pragma D superficie, 3 filas, 108 pasos	1	83,87 €	83,87 €
Ud.	C60N "C" 2P 10 A	9	32,66 €	293,94 €
Ud.	ID 2/25/30 Clase AC	3	92,95 €	278,85 €
Ud.	C60N "C" 2P 16 A	3	33,25 €	99,75 €
Ud.	C60N "C" 4P 20 A	1	33,6 €	33,6 €
Total importe CSA.Emergencia 2				955,91 €

Ud.	Descripción	Medición	Precio	Importe
Ud.	Pragma D superficie, 3 filas, 108 pasos	1	83,87 €	83,87 €
Ud.	C60N "C" 2P 16 A	7	33,25 €	232,75 €
Ud.	ID 2/25/30 Clase AC	3	92,95 €	278,85 €
Ud.	C60N "C" 2P 25 A	1	34,92 €	34,92 €
Ud.	C60N "C" 2P 20 A	1	33,6 €	33,6 €
Ud.	ID 4/40/30 Clase AC	1	180,1 €	180,1 €
Ud.	C60N "C" 4P 32 A	1	78,2 €	78,2 €
Ud.	C60N "C" 4P 40 A	1	92,8 €	92,8 €
Total importe CSF 1				1228,26 €

Ud.	Descripción	Medición	Precio	Importe
Ud.	Pragma F super. sin puerta, 5 filas, 240 pasos	1	227,27 €	227,27 €
Ud.	C60N "C" 2P 16 A	2	33,25 €	66,5 €
Ud.	ID 2/25/30 Clase AC	2	92,95 €	185,9 €
Ud.	C120N "C" 4P 100 A	1	228,74 €	228,74 €
Ud.	C60N "C" 4P 32 A	2	78,2 €	156,4 €
Ud.	C60N "C" 4P 10 A	4	69,52 €	278,08 €
Ud.	ID 4/40/30 Clase AC	2	180,1 €	360,2 €
Ud.	ID 4/25/30 Clase AC	6	173,25 €	1039,5 €
Ud.	C60N "C" 4P 25 A	2	74,99 €	149,98 €
Total importe CSF 2				3258,01 €

Ud.	Descripción	Medición	Precio	Importe
Ud.	Pragma C superficie, 4 filas, 96 pasos	1	54,09 €	54,09 €
Ud.	ID 4/25/300 Clase AC	3	147,75 €	443,25 €
Ud.	C60N "D" 4P 20 A	3	142,57 €	427,71 €
Ud.	C60N "D" 4P 25 A	1	145,36 €	145,36 €
Total importe CGP – Alumbrado				1295,20 €

Ud.	Descripción	Medición	Precio	Importe
Ud.	Pragma D superficie, 3 filas, 72 pasos	1	60,82 €	60,82 €
Ud.	C60H "D" 4P 40 A	1	114,46 €	114,46 €
Ud.	C120H "D" 4P 100 A	1	296,45 €	296,45 €
Ud.	ID 4/40/300 Clase AC	1	152,31 €	152,31 €
Ud.	NG125N "C" 4P 125 A	1	256,4 €	256,4 €
Total importe CGP – Fuerza				1065,33 €

Ud.	Descripción	Medición	Precio	Importe
Ud.	Pragma D superficie, 3 filas, 72 pasos	1	60,82 €	60,82 €
Ud.	NSA160N TM160 4P 4D F.A.	1	483,6 €	483,6 €
Ud.	NG125N "C" 4P 125 A	1	256,4 €	256,4 €
Ud.	C60N "C" 4P 25 A	1	74,99 €	74,99 €
Ud.	ID 2/25/300 Clase AC	1	93,17 €	93,17 €
Ud.	NG125N "C" 4P 80 A	1	246,05 €	246,05 €
Total importe CGP				1470,19 €

Ud.	Descripción	Medición	Precio	Importe
h.	Oficial 1ª electricista	10	17,72 €	177,2 €
h.	Oficial 2ª electricista	9	15,86 €	142,74 €
Total importe mano de obra				319,94 €

Total Importe cuadros	12506,43 €
------------------------------	-------------------

7.6.5 Fuerza

Descripción			
Toma de corriente combinada schucko. Toma de corriente combinada con 3 Bases 16A-230 y 1 Base 32A 3p +T16A-400.			
Ud.	Medición	Precio	Importe
Ud.	4	64,2 €	256,8 €

Descripción			
Toma de corriente schucko.			
Ud.	Medición	Precio	Importe
Ud.	21	5,67 €	119,07 €

Ud.	Descripción	Medición	Precio	Importe
h.	Oficial 2ª electricista	2	15,86 €	31,72 €

Total importe fuerza	407,59
-----------------------------	---------------

7.6.6 Interruptores y conmutadores

Descripción			
Mecanismo Interruptor SIMON 82			
Ud.	Medición	Precio	Importe
Ud.	8	3,87 €	30,96 €

Descripción			
Mecanismo Conmutador SIMON 82			
Ud.	Medición	Precio	Importe
Ud.	4	4,56 €	18,24 €

Descripción			
Mecanismo Conmutador de Cruce SIMON 82			
Ud.	Medición	Precio	Importe
Ud.	2	9,81 €	19,62 €

Ud.	Descripción	Medición	Precio	Importe
h.	Oficial 2ª electricista	1	15,86 €	15,86 €

Total importe interruptores y conmutadores			84,68 €	
---	--	--	----------------	--

7.7 SUMINISTRO DE AGUAS

Descripción			
Acometida polietileno Ø 40 x 4 mm.			
Ud.	Medición	Precio	Importe
m.	10	2,73 €	27,3 €

Descripción			
MultiSkin4 Tubería PE-Xc/AL/PE-Xc En 25 barras de 5 m y Ø 16 x 2,0 mm.			
Ud.	Medición	Precio	Importe
m.	172	0,18 €	30,96 €

Descripción			
MultiSkin4 Tubería PE-Xc/AL/PE-Xc En 18 barras de 5 m y Ø 20 x 2,25 mm.			
Ud.	Medición	Precio	Importe
m.	90,5	0,37 €	33,49 €

Descripción			
MultiSkin4 Tubería PE-Xc/AL/PE-Xc En 18 barras de 5 m y Ø 25 x 2,5 mm.			
Ud.	Medición	Precio	Importe
m.	28,7	1,01 €	28,99 €

Descripción			
MultiSkin4 Tubería PE-Xc/AL/PE-Xc En 18 barras de 5 m y Ø 32 x 3 mm.			
Ud.	Medición	Precio	Importe
m.	41,25	2,46 €	101,48 €

Descripción			
MultiSkin4 Tubería PE-Xc/AL/PE-Xc En 18 barras de 5 m y Ø 40 x 4 mm.			
Ud.	Medición	Precio	Importe
m.	9,5	2,73 €	25,94 €

Descripción			
MultiSkin4 Tubería PE-Xc/AL/PE-Xc En 18 barras de 5 m y Ø 50 x 4,5 mm.			
Ud.	Medición	Precio	Importe
m.	11,5	5,82 €	66,93 €
Descripción			
CODO 90 DN16mm			
Ud.	Medición	Precio	Importe
u.	37	0,58 €	21,46 €

Descripción			
CODO 90 DN20mm			
Ud.	Medición	Precio	Importe
u.	17	0,64 €	10,88 €

Descripción			
CODO 90 DN25mm			
Ud.	Medición	Precio	Importe
u.	11	0,83 €	9,13 €

Descripción			
CODO 90 DN32mm			
Ud.	Medición	Precio	Importe
u.	13	1,58 €	20,54 €

Descripción			
CODO 90 DN40mm			
Ud.	Medición	Precio	Importe
u.	3	2,07 €	6,21 €

Descripción			
CODO 90 DN50mm			
Ud.	Medición	Precio	Importe
u.	2	5,91 €	11,82 €

Descripción			
CODO TERMINAL DN16mm			
Ud.	Medición	Precio	Importe
u.	48	6,39 €	306,72 €

Descripción			
TE DN16mm			
Ud.	Medición	Precio	Importe
u.	3	0,64 €	1,92 €

Descripción			
TE DN20mm			
Ud.	Medición	Precio	Importe
u.	7	0,87 €	6,09 €

Descripción			
TE DN25mm			
Ud.	Medición	Precio	Importe
u.	2	1,32 €	2,64 €

Descripción			
TE DN32mm			
Ud.	Medición	Precio	Importe
u.	5	2,29 €	11,45 €

Descripción			
Reducción 20x16			
Ud.	Medición	Precio	Importe
u.	18	0,63 €	11,34 €

Descripción			
Reducción 25x20			
Ud.	Medición	Precio	Importe
u.	12	0,87 €	10,44 €

Descripción			
-------------	--	--	--

Reducción 32x25			
Ud.	Medición	Precio	Importe
u.	2	1,07 €	2,14 €

Descripción			
Reducción 40x32			
Ud.	Medición	Precio	Importe
u.	4	2,82 €	11,28 €

Ud.	Descripción	Medición	Precio	Importe
h.	Oficial 1ª fontanero calefactor	14	17,51 €	245,14 €
h.	Oficial 2ª fontanero calefactor	10	13,42 €	134,2 €
Total importe mano de obra				379,34 €

Total fontanería			1138,46 €
-------------------------	--	--	------------------

7.8 EVACUACIÓN DE AGUAS

7.8.1 Saneamiento

Ud.	Descripción	Medición	Precio	Importe
m.	Tubo evacuación multicapa con junta pegada EN1453 5M Ø 40	113	8,82 €	996,66 €
u.	CH-4 Codo macho-hembra 45° Ø 40 JP gris 7037	12	1 €	12 €
u.	KH manguito unión hembra-hembra JP Ø 40 gris 7037	12	0,83 €	9,96 €
h.	Oficial 1ª fontanero calefactor	2	18,92 €	37,84 €

Ud.	Descripción	Medición	Precio	Importe
m.	Tubo evacuación multicapa con junta pegada EN1453 5M Ø 50	43	11,26 €	484,18 €
u.	CJ-4 Codo macho-hembra 45° Ø 50 JP gris 7037	4	1,39 €	5,56 €
u.	KJ manguito unión hembra-hembra JP Ø 50 gris 7037	4	1,18 €	11,75 €
h.	Oficial 1ª fontanero calefactor	2	18,92 €	37,84 €

Ud.	Descripción	Medición	Precio	Importe
m.	Tubo evacuación multicapa con junta pegada EN1453 5M Ø 110	84	27,2 €	2284,8 €
u.	CV-4 Codo macho-hembra 45° Ø 110 JP gris 7037	6	3,68 €	22,08 €
u.	KV manguito unión hembra-hembra JP Ø 110 gris 7037	6	3,81 €	22,86 €
h.	Oficial 1ª fontanero calefactor	2	18,92 €	37,84 €

Ud.	Descripción	Medición	Precio	Importe
m.	Tubo evacuación multicapa con junta pegada EN1453 5M Ø 150	37	40,44 €	1496,28 €
u.	CZ-4 Codo macho-hembra 45° Ø 150 JP gris 7037	7	8,74 €	61,18 €
u.	KZ manguito unión hembra-hembra JP Ø 150 gris 7037	7	6,88 €	48,16 €
h.	Oficial 1ª fontanero calefactor	2	18,92 €	37,84 €

Descripción			
B-S-50 Bote sifónico sumidero Ø 110 1 entrada Ø50, 4 entradas Ø40, 1 salida Ø50. Se sirven con 2 reducciones Ø40-32, 2 tapones Ø40 y 1 casquillo reductor Ø50-40.			
Ud.	Medición	Precio	Importe
Ud.	7	7,63 €	53,41 €

Descripción			
Arqueta de paso 50x50 - Fabricadas en polipropileno con cargas, con alta resistencia mecánica y estabilizadas frente al choque térmico y a radiaciones solares. - Múltiples opciones de conexión, tanto en diámetros como en alturas. - Base con pendiente a 3 aguas para facilitar su vaciado.			
Ud.	Medición	Precio	Importe
Ud.	7	59,87 €	419,09 €

Ud.	Descripción	Medición	Precio	Importe
h.	Oficial 1ª fontanero calefactor	3	17,51 €	52,53 €
h.	Oficial 2ª fontanero calefactor	4	13,42 €	53,68 €
Total importe mano de obra				257,57 €

Total saneamiento	6185,54 €
--------------------------	------------------

7.8.2 Pluviales

Descripción			
Canalón CA-185-B Plunia 3 metros blanco. - Recogida y canalización de las aguas pluviales de cubiertas inclinadas y tejados hasta la red de evacuación. - Bajante de sección circular de Ø 75 y largo 3 m.			
Ud.	Medición	Precio	Importe
Ud.	15	28,63 €	429,45 €

Descripción			
TC-75-3B Tubo bajante circular JP Ø 75 blanco 3 m.			
Ud.	Medición	Precio	Importe
Ud.	15	19,80 €	297 €

Descripción			
Arqueta registro paso directo DN Tubo 250			
Ud.	Medición	Precio	Importe
Ud.	15	57,37 €	860,55 €

Ud.	Descripción	Medición	Precio	Importe
h.	Oficial 1ª fontanero calefactor	5	17,51 €	87,55 €
h.	Oficial 2ª fontanero calefactor	4	13,42 €	53,68 €
Total importe mano de obra				141,23 €

Total pluviales	1728,23 €
-----------------	-----------

7.9 A.C.S

Descripción			
<p>Colectores solares ESCOSOL SOL 2100 XBA 2,1 m²</p> <p>El absorbedor se compone de una placa de cobre con tratamiento selectivo, a la que se unen tubos de cobre con tecnología láser. La carcasa en aluminio y el aislamiento térmico interior permiten minimizar al máximo las pérdidas del colector.</p>			
Ud.	Medición	Precio	Importe
u.	4	346 €	1384 €

Descripción			
<p>Soporte Escosol 2100, 2 colectores 45° cubierta plana.</p> <p>Diseñados para cubierta plana, inclinación 45°, o cubierta inclinada con la misma pendiente que ésta. La estructura, de perfiles galvanizados de gran robustez, se compone del sistema de apoyo y del sistema de sujección.</p>			
Ud.	Medición	Precio	Importe
u.	2	185 €	370 €

Descripción			
<p>Acumulador solar BS 600 l. con estratificación.</p> <p>Sistema de acumulación para instalaciones de agua caliente y calefacción con energía Solar.</p>			
Ud.	Medición	Precio	Importe
u.	1	1098 €	1098 €

Ud.	Descripción	Medición	Precio	Importe
m.	TUBERÍA DE COBRE D=20-22 mm Tubería de cobre rígido, de 20/22 mm de diámetro nominal, en instalaciones para agua fría y caliente, con uniones realizadas mediante soldadura.	30	5,62 €	168,6 €
u.	Codo 90° HH cobre 22 mm.	4	1,17 €	4,68 €

Ud.	Descripción	Medición	Precio	Importe
u.	Grupo hidráulico ESCOSOL GRUNDFOS GF SOLAR 25-120 5-40 l/min.	1	962 €	962 €
u.	Bomba de llenado motorizada.	1	573 €	573 €

Descripción			
Vasos expansión energía solar 8 SMF.			
Ud.	Medición	Precio	Importe
u.	1	30,45 €	30,45 €

Descripción			
Maletín de mantenimiento PK. Manómetro digital, pipeta, tubo de ensayo, refractómetro, manual, llave de purga de aire, tiras de medición de pH, multímetro digital, reportes de mantenimiento y puesta en marcha.			
Ud.	Medición	Precio	Importe
u.	1	407 €	407 €

Descripción			
Válvula de esfera solar 1" H x 1" H.			
Ud.	Medición	Precio	Importe
u.	4	17,54 €	70,16 €

Descripción			
Separador de aire solar 3/4" con purgador automático.			
Ud.	Medición	Precio	Importe
u.	1	123,82 €	123,82 €

Descripción			
Válvulas de seguridad para energía solar.			
Ud.	Medición	Precio	Importe
u.	1	13 €	13 €

Descripción			
Tapón rosca hembra latón 3/4".			
Ud.	Medición	Precio	Importe
u.	2	2,03 €	4,06 €

Ud.	Descripción	Medición	Precio	Importe
h.	Oficial 1ª fontanero calefactor	10	17,51 €	175,1 €
h.	Oficial 2ª fontanero calefactor	8	13,42 €	107,36 €
Total importe mano de obra				282,46 €

Total A.C.S				5490,23 €
-------------	--	--	--	-----------

7.10 INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA

Descripción			
<p>Paneles solares BlueSolar SPM280-24.</p> <p>Cristal templado de alta transmisión y de la más alta calidad que les confieren mejor rigidez y alta resistencia a impactos.</p> <p>Sistema preconexionado de fábrica con conectores PV-ST01.</p>			
Ud.	Medición	Precio	Importe
u.	160	525 €	84000 €

Descripción			
<p>Baterías solares 24 OPzV 3000.</p> <p>Vida útil: > 20 años a 20°C, > 10 años a 30°C, > 5 años a 40°C.</p> <p>Cantidad de ciclos posibles: más de 1.500 ciclos al 80% de descarga.</p> <p>Fabricadas según las normas DIN 40736, EN 60896 y IEC 896-1.</p>			
Ud.	Medición	Precio	Importe
u.	3	2254 €	6762 €

Descripción			
<p>Inversor INGECON SUN de 50 KW.</p> <p>Diseño orientado a facilitar el mantenimiento, alta eficiencia a temperaturas elevadas, completo equipamiento de protecciones eléctricas.</p>			
Ud.	Medición	Precio	Importe
u.	1	2254 €	21997 €

Descripción			
<p>Inversor SUNNY ISLAND CHARGER 48 V de 2400 KW.</p>			
Ud.	Medición	Precio	Importe
u.	3	1101,1 €	3303,3 €

Descripción			
<p>Cable ECOREVI es07z1-k 1x2,5</p>			
Ud.	Medición	Precio	Importe
m.	65	0,672 €	43,68 €

Descripción			
Cable ECOREVI es07z1-k 1x16			
Ud.	Medición	Precio	Importe
m.	15	4,037 €	60,56 €

Descripción			
Cable ECOREVI es07z1-k 1x25			
Ud.	Medición	Precio	Importe
m.	10	6,407 €	64,07 €

Descripción			
CABLE Afumex iristech 1000v rz1-k0,6/1kv 1x25			
Ud.	Medición	Precio	Importe
m.	20	12,363 €	247,26 €

Descripción			
Seguidores Solares De Alta Tecnología S-2E TRACKER.			
<ul style="list-style-type: none"> - Estructuras metálicas en "V" . - Autómatas de Seguimiento PLC en cuadros eléctricos independientes, totalmente equipados. - Motores trifásicos para ambos ejes. - Cuadros de acometida/conexión para alojamiento de protecciones. 			
Ud.	Medición	Precio	Importe
u.	2	2614 €	5228 €

Ud.	Descripción	Medición	Precio	Importe
h.	Oficial 1ª electricista	15	17,72 €	265,8 €
h.	Oficial 2ª electricista	11	15,86 €	174,46 €
Total importe mano de obra				440,26 €

Total instalación fotovoltaica			122145,86 €
---------------------------------------	--	--	--------------------

PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL	264941,57 €
13% GASTOS GENERALES	34442,40 €
6% BENEFICIO INDUSTRIAL	15896,49 €
IMPORTE DE EJECUCIÓN	315280,46 €
21% IVA	66208,90 €
PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA	381489,36 €

**TÍTULO: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE GRANJA DESTINADA A
VACUNO CON APOORTE DE ENERGÍA RENOVABLE**

ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD

PETICIONARIO: ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA

AVDA. 19 DE FEBRERO, S/N

15405 - FERROL

FECHA: SEPTIEMBRE 2014

AUTOR: IVÁN GARCÍA REBOREDO

Fdo.: Iván García Reboredo

8 ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD	2
8.1 JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD.....	2
8.2 OBJETO DEL ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD	2
8.3 NORMATIVA DE APLICACIÓN	3
8.4 DESCRIPCION DE LA OBRA Y SITUACION.....	8
8.5 INSTALACIONES PROVISIONALES Y ASISTENCIA SANITARIA.....	9
8.6 IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS.....	9
8.6.1 Riesgos laborales evitables completamente	10
8.6.2 Riesgos laborales no eliminables completamente	10
8.6.3 Riesgos laborales especiales.....	17
8.6.4 Previsiones para trabajos futuros.....	18
8.6.5 Formación	19
8.6.6 Medicina preventiva y primeros auxilios	19
8.7 ANÁLISIS DE RIESGOS	20
8.7.1 Evaluación de riesgos.....	21
8.7.2 Descripción de riesgos de carácter general	21
8.7.2.1 Riesgos de caída de personal desde altura	21
8.7.2.2 Riesgo de caída de objetos	21
8.7.2.3 Riesgos de los desplazamientos verticales.....	22
8.7.2.4 Riesgos por falta de orden y limpieza	22
8.7.2.5 Riesgos por la falta de iluminación	24
8.7.2.6 Riesgos eléctricos.....	25
8.7.2.7 Riesgos de proyección de partículas	26
8.7.2.8 Riesgos generales en los transportes y manejo de carga	27
8.7.2.9 Riesgos generales de herramientas, materiales y máquinas.....	27
8.7.2.10 Riesgos por carga y descarga de materiales	28
8.7.2.11 Riesgo de escaleras portátiles	28

8 ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD

8.1 JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

En el RD 1627/1997 de 24 de Octubre se especifica la transposición a la legislación nacional de la Directiva 83/391 en Ley 31/95 de Prevención de Riesgos Laborales en la cual se determina el cuerpo básico de garantías y responsabilidades preciso para establecer un adecuado nivel de producción de la salud de los trabajadores frente a los riesgos derivados de las condiciones de trabajo, en el marco de una política coherente, coordinada y eficaz, y la Directiva 92/57 en R.D. 1627/97 disposiciones mínimas de Seguridad y Salud que deben aplicarse en las obras de construcción.

A efectos de este R.D., la obra proyectada requiere la redacción del presente Estudio de Seguridad y Salud, por cuanto dicha obra, dada su dimensión y ejecución, no se incluye en alguno de los supuestos contemplados en el Artículo 4 del R.D. 1627/1997

De acuerdo con el Artículo 6 del R.D. 1627/1997, el Estudio de Seguridad y Salud deberá precisar las normas de seguridad y salud aplicables a la obra, contemplando la identificación de los riesgos laborales evitables y las medidas técnicas precisas para ello, la relación de riesgos laborales que no puedan eliminarse especificando las medidas preventivas y protecciones técnicas tendentes a controlar y reducir dichos riesgos y cualquier tipo de actividad a desarrollar en obra.

8.2 OBJETO DEL ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

El presente Estudio Básico de Seguridad y Salud está redactado para dar cumplimiento al Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción, en el marco de la Ley 31/1995 de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales, modificada por la Ley 54/2003, de 12 de diciembre, de Riesgos Laborales.

Conforme se especifica en el Artículo 6, apartado 2, del R.D. 1627/1997, el Estudio Básico deberá precisar:

- Relación de las normas de seguridad y salud aplicables a la obra.
- Identificación de los riesgos que puedan ser evitados, indicando las medidas técnicas necesarias para ello.
- Relación de los riesgos laborales que no puedan eliminarse, especificando las medidas preventivas y protecciones técnicas tendentes a controlar y reducir dichos riesgos y valorando su eficacia, en especial cuando se propongan medidas alternativas. No será necesario valorar esta eficacia cuando se adopten las medidas establecidas por la normativa o indicadas por la autoridad laboral (Notas Técnicas de Prevención).
- Relación de actividades y medidas específicas relativas a los trabajos incluidos en el Anexo II.
- Previsión e informaciones útiles para efectuar en su día, en las debidas condiciones de seguridad y salud, los previsibles trabajos posteriores.

8.3 NORMATIVA DE APLICACIÓN

- Ley 31/1995 de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales. BOE 10/11/1995.
- Ley 54/2003, de 12 de diciembre, de reforma del marco normativo de la Prevención de Riesgos Laborales. BOE 13/12/2003.
- LEY 32/2006, de 18 de octubre, reguladora de la subcontratación en el Sector de la Construcción.

- Real Decreto 1109/2007, de 24 de agosto, desarrolla la Ley 32/2006, de 18 de octubre, reguladora de la subcontratación en el Sector de la Construcción.
- Real Decreto 171/2004, de 30 de enero, por el que se desarrolla el artículo 24 de la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales, en materia de coordinación de actividades empresariales. BOE 31/1/2004. Corrección de errores: BOE 10/03/2004.
- Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de Seguridad y de Salud en las obras de construcción. BOE: 25/10/1997.
- Real Decreto 604/2006, de 19 de mayo, por el que se modifican el Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención, y el Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción. BOE 29/5/2006.
- Real Decreto 688/2005, de 10 de junio, por el que se regula el régimen de funcionamiento de las mutuas de accidentes de trabajo y enfermedades profesionales de la Seguridad Social como servicio de prevención ajeno. BOE 11/06/2005.
- Real Decreto 780/1998, de 30 de abril, por el que se modifica el Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención. BOE: 1/5/1998.
- Corrección de errores de la Orden TAS/2926/2002, de 19 de noviembre, por la que se establecen nuevos modelos para la notificación de los accidentes de trabajo y se posibilita su transmisión por procedimiento electrónico. BOE 7/02/2003.

- Real Decreto 865/2003, de 4 de julio, por el que se establecen los criterios higiénico-sanitarios para la prevención y control de la legionelosis. BOE: 18/7/2003.
- Resolución de 23 de julio de 1998, de la Secretaría de Estado para la Administración Pública, por la que se ordena la publicación del Acuerdo de Consejo de Ministros de 10 de julio de 1998, por el que se aprueba el Acuerdo Administración-Sindicatos de adaptación de la legislación de prevención de riesgos laborales a la Administración General del Estado. BOE: 1/8/1998.
- Orden de 9 de marzo de 1971 (Trabajo) por la que se aprueba la Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo (1), (sigue siendo válido el Título II que comprende los artículos desde el nº13 al nº51, los artículos anulados quedan sustituidos por la Ley 31/1995). BOE 16/03/1971.
- Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de Seguridad y de Salud en las obras de construcción. BOE: 25/10/1997.
- Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo. BOE: 23/4/1997.
- Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo. BOE: 23/04/1997.
- Real Decreto 487/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la manipulación manual de cargas que entrañe riesgos, en particular dorsolumbares, para los trabajadores. BOE: 23/04/1997.

- Real Decreto 488/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas al trabajo con equipos que incluyen pantallas de visualización. BOE: 23/04/1997.
- Estatuto de los Trabajadores (Ley 8/1980, Ley 32/1984, Ley 11/1994).
- Real Decreto 664/1997, de 12 de mayo, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes biológicos durante el trabajo. BOE: 24/05/1997.
- Real Decreto 665/1997, de 12 de mayo, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos durante el trabajo. BOE: 24/05/1997.
- Orden de 9 de marzo de 1971 por la que se aprueba la Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo. BOE: 16/3/1971. SE DEROGA, con la excepción indicada, los capítulos I a V y VII del título II, por Real Decreto 486/1997, de 14 de abril.
- Orden de 20 de septiembre de 1986 por la que se establece el modelo de libro de incidencias correspondiente a las obras en las que sea obligatorio un estudio de seguridad e higiene en el trabajo. BOE 13/10/86. Corrección de errores: BOE 31/10/86.
- Orden de 31 de agosto de 1987 sobre señalización, balizamiento, defensa, limpieza y terminación de obras fijas en vías fuera de poblado. BOE 18/09/87.
- Orden de 23 de mayo de 1977 por la que se aprueba el reglamento de aparatos elevadores para obras. BOE 14/06/81. Modifica parcialmente el art. 65: la orden de 7 de marzo de 1981. BOE 14/03/81.
- Real Decreto 836/2003, de 27 de junio, por el que se aprueba una nueva Instrucción técnica complementaria "MIE-AEM-2" del Reglamento de aparatos de elevación y manutención, referente a grúas torre para obras u otras aplicaciones. BOE 17/07/2003.

- Real Decreto 396/2006, de 31 de marzo, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud aplicables a los trabajos con riesgo de exposición al amianto. BOE 11/04/2006.
- Real Decreto 286/2006, de 10 de marzo, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido. BOE 11/3/2006.
- Real Decreto 1311/2005, de 4 de noviembre, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores frente a los riesgos derivados o que puedan derivarse de la exposición a vibraciones mecánicas. BOE 05/11/2005.
- Real Decreto 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico. BOE 21/06/2001.
- Real Decreto 374/2001, de 6 de abril, sobre la protección de la salud y seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo. BOE 1/5/2001.
- Reglamentos Técnicos de los elementos auxiliares:

Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión. BOE 18/9/2002.

Orden de 23 de mayo de 1977 por la que se aprueba el reglamento de aparatos elevadores para obras. BOE: 14/6/1977.

Resolución de 25 de julio de 1991, de la Dirección General de Política Tecnológica, por la que se actualiza la tabla de normas UNE y sus equivalentes ISO y CENELEC incluida en la instrucción técnica complementaria MIE-AEM1 del Reglamento de Aparatos de elevación y manutención referente a ascensores electromecánicos, modificada por

orden de 11 de octubre de 1988.

Orden de 23 de septiembre de 1987 por la que se modifica la instrucción técnica complementaria MIE-AEM1 del reglamento de aparatos de elevación y manutención referente a ascensores electromecánicos. BOE 6/10/1987

- Normativas relativas a la organización de los trabajadores. Artículos 33 al 40 de la Ley de Prevención de riesgos laborales. BOE: 10/11/95.
- Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el reglamento de los servicios de prevención. BOE: 31/07/97.

8.4 DESCRIPCION DE LA OBRA Y SITUACION

Las instalaciones objeto del trabajo se llevarán a cabo en el Término Municipal de Laracha, en la Provincia de A Coruña, ubicado en el “Polígono industrial de Laracha”, en la parcela Xesteira 1.

Las instalaciones comprenden fontanería, saneamiento, pluviales, electricidad, iluminación, emergencias, contraincendios, línea de media tensión, centro de transformación, instalación de A.C.S y sistema solar fotovoltaico .

El suministro eléctrico será realizado por la empresa “CHC ENERGÍA”, empresa suministradora de la zona. El cliente, según convenga, podrá negociar con otra empresa comercializadora el coste de la misma.

El suministro de agua está previsto mediante una derivación de la red general de agua potable que pasa por la zona.

Se preve un solo acceso a la obra a través de la carretera asfaltada.

8.5 INSTALACIONES PROVISIONALES Y ASISTENCIA SANITARIA

De acuerdo con el apartado 15 del Anexo 4 del R.D. 1627/1997, la obra dispondrá de los servicios higiénicos siguientes:

- Vestuarios adecuados de dimensiones suficientes, con asientos y taquillas individuales provistas de llave, con una superficie mínima de 2 m² por trabajador que haya de utilizarlos y una altura mínima de 2,30 m.
- Lavabos con agua fría y caliente a razón de un lavabo por cada 10 trabajadores o fracción.
- Duchas con agua fría y caliente a razón de una ducha por cada 10 trabajadores o fracción.
- Retretes a razón de un inodoro cada 25 hombres o 15 mujeres o fracción. Cabina de superficie mínima 1,20m² y altura 2,30 m.

De acuerdo con el apartado A 3 del Anexo 6 del R.D. 1627/1997, la obra dispondrá del material de primeros auxilios que se indica a continuación:

- Un botiquín portátil que contenga desinfectantes y antisépticos autorizados, gasas estériles, algodón hidrófilo, venda, esparadrapo, apósitos adhesivos, torniquete, antiespasmódicos, analgésicos, bolsa para agua o hielo, termómetro, tijeras, jeringuillas desechables, pinzas y guantes desechables.

8.6 IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS

La ejecución de las obras puede dar lugar a la aparición de riesgos de accidentes tanto para el personal de la obra como de suministradores de materiales o elementos para la misma. En ciertos casos pueden aparecer riesgos de accidentes para personas ajenas derivadas de actuaciones de máquinas en tránsito exterior o por proyecciones desde el interior de las obras.

8.6.1 Riesgos laborales evitables completamente

Relación de riesgos laborales que pudiendo presentarse en la obra, van a ser totalmente evitados mediante la adopción de las medidas técnicas que también se incluyen:

RIESGOS EVITABLES	MEDIDAS TÉCNICAS ADOPTADAS
Derivados de la rotura de instalaciones existentes	Neutralización de las instalaciones existentes
Presencia de líneas eléctricas de alta tensión aéreas o subterráneas	Corte del fluido, puesta a tierra y cortocircuito de los cables

Tabla 8.6.1.1 – Riesgos laborales completamente evitables.

8.6.2 Riesgos laborales no eliminables completamente

Identificación de riesgos laborales que no pueden ser completamente eliminados, y las medidas preventivas y protecciones técnicas que deberán adoptarse para el control y la reducción de este tipo de riesgos. La primera tabla se refiere a aspectos generales que afectan a la totalidad de la obra, y las restantes a los aspectos específicos de cada una de las fases en las que ésta puede dividirse.

TODA LA OBRA	
RIESGOS	
Caídas de operarios al mismo nivel	
Caídas de operarios a distinto nivel	
Caídas de objetos sobre operarios	
Caídas de objetos sobre terceros	
Choques o golpes contra objetos	
Fuerzas vientos	
Trabajos en condiciones de humedad	
Contactos eléctricos directos e indirectos	
Cuerpos extraños en los ojos	
Sobreesfuerzos	
MEDIDAS PREVENTIVAS Y PROTECCIONES COLECTIVAS	GRADO DE ADOPCIÓN
Orden y limpieza de las vías de circulación de la obra	Permanente
Orden y limpieza de los lugares de trabajo	Permanente
Recubrimiento, o distancia de seguridad (1m) a líneas eléctricas de	Permanente

B.T.	
Iluminación adecuada y suficiente (alumbrado de obra)	Permanente
No permanecer en el radio de acción de las máquinas	Permanente
Puesta a tierra en cuadros, masas y máquinas sin doble aislamiento	Permanente
Señalización de la obra (señales y carteles)	Permanente
Cintas de señalización y balizamiento a 10 m. de distancia	Alternativa al vallado
Vallado del perímetro completo de la obra, resistente y de altura ≥ 2 m.	Permanente
Marquesinas rígidas sobre accesos a la obra	Permanente
Pantalla inclinada rígida sobre aceras, vías de circulación o edif. Colindantes	Permanente
Extintor de polvo seco, de eficacia 21A - 113B	Permanente
Evacuación de escombros	Frecuente
Escaleras auxiliares	Ocasional
Información específica	Para riesgos concretos
Cursos y charlas de formación	Frecuente
Grúa parada y en posición veleta	Con viento fuerte
Grúa parada y en posición veleta	Final de cada jornada
EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL (EPIs)	EMPLEO
Cascos de seguridad	Permanente
Calzador protector	Permanente
Ropa de trabajo	Permanente
Ropa impermeable o de protección	Con mal tiempo
Gafas de seguridad	Frecuente
Cinturones de protección del tronco	Ocasional

Tabla 8.6.2.1 – Riesgos laborales no completamente evitables en toda la obra.

DEMOLICIONES	
RIESGOS	
Desplomes en edificios colindantes	
Caídas de materiales transportados	
Desplome de andamios	
Atrapamientos y aplastamientos	
Atropellos, colisiones y vuelcos	
Contagios por lugares insalubres	
Ruidos	
Vibraciones	
Ambiente pulvígeno	
Electrocuciones	
MEDIDAS PREVENTIVAS Y PROTECCIONES COLECTIVAS	GRADO DE ADOPCIÓN
Observación y vigilancia de los edificios colindantes	Diaria
Apuntalamientos y apeos	Frecuente
Pasos o pasarelas	Frecuente
Cabinas o pórticos de seguridad en máquinas	Permanente
Redes verticales	Permanente
Barandillas de seguridad	Permanente
Arriostramiento cuidadoso de los andamios	Permanente

Riegos con agua	Frecuente
Andamios de protección	Permanente
Conductos de desescombro	Permanente
Anulación de instalaciones antiguas	Definitivo
EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL (EPIs)	EMPLEO
Botas de seguridad	Permanente
Guantes contra agresiones mecánicas	Frecuente
Gafas de seguridad	Frecuente
Mascarilla filtrante	Ocasional
Protectores auditivos	Ocasional
Cinturones y arneses de seguridad	Permanente
Mástiles y cables fiadores	Permanente

Tabla 8.6.2.2 – Riegos laborables no completamente evitables en demoliciones.

MOVIMIENTOS DE TIERRAS	
RIESGOS	
Desplomes, desprendimientos y hundimientos del terreno	
Ruinas, hundimientos y desplomes en edificios colindantes	
Caídas de materiales transportados	
Atrapamientos y aplastamientos por partes móviles de maquinaria	
Atropellos, colisiones, alcances y vuelcos de maquinaria	
Contagios por lugares insalubres	
Ruido, contaminación acústica	
Vibraciones	
Ambiente pulvígeno	
Interferencia con instalaciones enterradas	
Contactos eléctricos directos e indirectos	
Condiciones meteorológicas adversas	
Inhalación de sustancias tóxicas	
Explosiones o incendios	
MEDIDAS PREVENTIVAS Y PROTECCIONES COLECTIVAS	GRADO DE ADOPCIÓN
Observación y vigilancia del terreno	Diaria
Talud natural del terreno	Permanente
Entibaciones	Frecuente
Limpieza de bolos y viseras	Frecuente
Observación y vigilancia de los edificios colindantes	Diaria
Apuntalamientos y apeos	Ocasional
Achiques de aguas	Frecuente
Tableros o planchas en huecos horizontales	Permanente
Separación de tránsito de vehículos y operarios	Permanente
Cabinas o pórticos de seguridad	Permanente
No acopiar materiales junto al borde de la excavación	Permanente
Plataformas para paso de personas en bordes de excavación	Ocasional
No permanecer bajo el frente de excavación	Permanente
Barandillas en bordes de excavación	Permanente
Protección partes móviles maquinaria	Permanente
Topes de retroceso para vertido y carga de vehículos	Permanente
EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL (EPIs)	EMPLEO

Botas de seguridad	Permanente
Botas de goma	Ocasional
Guantes de cuero	Ocasional
Guantes de goma	Ocasional

Tabla 8.6.2.3 – Riesgos laborales no completamente evitables en movimientos de tierras.

CIMENTACIÓN Y ESTRUCTURAS	
RIESGOS	
Desplomes, desprendimientos y hundimientos del terreno	
Desplomes en edificios colindantes	
Caídas de operarios al vacío	
Caídas de materiales transportados	
Atrapamientos y aplastamientos	
Atropellos, colisiones, alcances y vuelcos de camiones	
Lesiones y cortes en brazos y manos	
Lesiones, pinchazos y cortes en pies	
Dermatitis por contacto con hormigones y morteros	
Ruidos, contaminación acústica	
Vibraciones	
Quemaduras en soldadura y oxicorte	
Radiaciones y derivados de la soldadura	
Ambiente pulvígeno	
Contactos eléctricos directos e indirectos	
MEDIDAS PREVENTIVAS Y PROTECCIONES COLECTIVAS	GRADO DE ADOPCIÓN
Apuntalamientos y apeos	Permanente
Achique de aguas	Frecuente
Pasos o pasarelas	Permanente
Separación de tránsito de vehículos y operarios	Ocasional
Cabinas o pórticos de seguridad	Permanente
No acopiar junto al borde de la excavación	Permanente
Observación y vigilancia de los edificios colindantes	Diaria
No permanecer bajo el frente de la excavación	Permanente
Redes verticales perimetrales	Permanente
Redes horizontales	Frecuente
Andamios y plataformas para encofrados	Permanente
Plataformas de carga y descarga de material	Permanente
Barandillas resistentes	Permanente
Tableros o planchas rígidas en huecos horizontales	Permanente
Escaleras peldañeadas y protegidas, y escaleras de mano	Permanente
EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL (EPIs)	EMPLEO
Gafas de seguridad	Ocasional
Guantes de cuero o goma	Frecuente
Botas de seguridad	Permanente
Botas de goma o P.V.C. de seguridad	Ocasional
Pantallas faciales, guantes, manguitos, mandiles y polainas para soldar	En estructura metálica
Cinturones y arneses de seguridad	Frecuente

Mástiles y cables fiadores	Frecuente
----------------------------	-----------

Tabla 8.6.2.4 – Riesgos laborables no completamente evitables en cimentaciones y estructuras.

CUBIERTAS	
RIESGOS	
Caídas de operarios al vacío o por el plano inclinado de la cubierta	
Caídas de materiales transportados, a nivel y a niveles inferiores	
Lesiones y cortes en manos	
Dermatitis por contacto con materiales	
Inhalación de sustancias tóxicas	
Quemaduras producidas por soldadura de materiales	
Vientos fuertes	
Incendio por almacenamiento de productos combustibles	
Derrame de productos	
Contactos eléctricos directos e indirectos	
Hundimientos o roturas en cubiertas de materiales ligeros	
Proyecciones de partículas	
Condiciones meteorológicas adversas	
MEDIDAS PREVENTIVAS Y PROTECCIONES COLECTIVAS	GRADO DE ADOPCIÓN
Redes verticales perimetrales	Permanente
Redes de seguridad	Permanente
Andamios perimetrales aleros	Permanente
Plataformas de carga y descarga de material	Permanente
Barandillas rígidas y resistentes	Permanente
Tableros o planchas rígidas en huecos horizontales	Permanente
Escaleras peldañeadas y protegidas	Permanente
Escaleras de tejador o pasarelas	Permanente
Parapetos rígidos	Permanente
Acopio adecuado de materiales	Permanente
Señalizar obstáculos	Permanente
Plataforma adecuada para grúa	Permanente
Ganchos de servicio	Permanente
Accesos adecuados a las cubiertas	Permanente
Paralización de los trabajos en condiciones meteorológicas adversas	Ocasional
EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL (EPIs)	EMPLEO
Guantes de cuero o goma	Ocasional
Botas de seguridad	Permanente
Cinturones y arneses de seguridad	Permanente
Mástiles para cables fiadores	Permanente

Tabla 8.6.2.5 – Riesgos laborables no completamente evitables en cubiertas.

ALBAÑILERÍA Y CERRAMIENTOS	
RIESGOS	
Caídas de operarios al vacío	
Caídas de materiales transportados, a nivel y a niveles inferiores	
Atrapamientos y aplastamientos en manos durante el montaje de andamios	
Atrapamientos por los medios de elevación y transporte	
Lesiones y cortes en manos	
Dermatitis por contacto con hormigones, morteros y otros materiales	
Incendios por almacenamiento de productos combustibles	
Golpes o cortes con herramientas	
Contactos eléctricos directos e indirectos	
Proyecciones de partículas al cortar materiales	
Ruidos, contaminación acústica	
MEDIDAS PREVENTIVAS Y PROTECCIONES COLECTIVAS	GRADO DE ADOPCIÓN
Apuntalamientos y apeos	Permanente
Pasos o pasarelas	Permanente
Redes verticales	Permanente
Redes horizontales	Frecuente
Andamios (constitución, arriostramiento y accesos correctos)	Permanente
Plataformas de carga y descarga de material en cada planta	Permanente
Barandillas rígidas	Permanente
Tableros o planchas rígidas en huecos horizontales	Permanente
Escaleras peldañeadas y protegidas	Permanente
Evitar trabajos superpuestos	Permanente
Bajantes de escombros adecuadamente sujetas	Permanente
Protección de huecos de entrada de material en plantas	Permanente
EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL (EPIs)	EMPLEO
Gafas de seguridad	Frecuente
Guantes de cuero o goma	Frecuente
Botas de seguridad	Permanente
Cinturones y arneses de seguridad	Frecuente
Mástiles y cables fiadores	frecuente

Tabla 8.6.2.6 – Riegos laborales no completamente evitables en albañilería y cerramientos.

ACABADOS	
RIESGOS	
Caídas de operarios al vacío	
Caídas de materiales transportados	
Ambiente pulvígeno	
Lesiones y cortes en manos	
Lesiones, pinchazos y cortes en pies	
Dermatitis por contacto con materiales	
Incendio por almacenamiento de productos combustibles	
Inhalación de sustancias tóxicas	
Quemaduras	
Contactos eléctricos directos o indirectos	
Atrapamientos con o entre objetos o herramientas	
Deflagraciones, explosiones e incendios	
MEDIDAS PREVENTIVAS Y PROTECCIONES COLECTIVAS	GRADO DE ADOPCIÓN
Ventilación adecuada y suficiente (natural o forzada)	Permanente
Andamios	Permanente
Plataformas de carga y descarga de material	Permanente
Barandillas	Permanente
Escaleras peldañeadas y protegidas	Permanente
Evitar focos de inflamación	Permanente
Equipos autónomos de ventilación	Permanente
Almacenamiento correcto de los productos	Permanente
Paralización de los trabajos en condiciones meteorológicas adversas	Ocasional
EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL (EPIs)	EMPLEO
Gafas de seguridad	Ocasional
Guantes de cuero o goma	Frecuente
Botas de seguridad	Frecuente
Cinturones y arneses de seguridad	Ocasional
Mástiles y cables fiadores	Ocasional
Mascarilla filtrante	Ocasional
Equipos autónomos de respiración	Ocasional

Tabla 8.6.2.7 – Riesgos laborales no completamente evitables en acabados.

INSTALACIONES	
RIESGOS	
Caídas a distinto nivel por el hueco del ascensor	
Lesiones y cortes en manos y brazos	
Dermatosis por contacto con materiales	
Inhalación de sustancias tóxicas	
Quemaduras	
Golpes y aplastamientos de pies	
Incendio por almacenamiento de productos combustibles	
Contactos eléctricos directos e indirectos	
Ambiente pulvígeno	
MEDIDAS PREVENTIVAS Y PROTECCIONES COLECTIVAS	GRADO DE ADOPCIÓN
Ventilación adecuada y suficiente (natural o forzada)	Permanente
Escalera portátil de tijera con calzos de goma y tirantes	Frecuente
Protección del hueco del ascensor	Permanente
Plataforma provisional para ascensoristas	Permanente
Realizar las conexiones eléctricas sin tensión	Permanente
EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL (EPIs)	EMPLEO
Gafas de seguridad	Ocasional
Guantes de cuero o goma	Frecuente
Botas de seguridad	Frecuente
Cinturones y arneses de seguridad	Ocasional
Mástiles y cables fiadores	Ocasional
Mascarilla filtrante	Ocasional

Tabla 8.6.2.8 – Riesgos laborales no completamente evitables en instalaciones.

8.6.3 Riesgos laborales especiales

En la siguiente tabla se relacionan aquellos trabajos que siendo necesarios para el desarrollo de la obra definida en el trabajo de referencia, implican riesgos especiales para la seguridad y la salud de los trabajadores, y están por ello incluidos en el Anexo II del R.D. 1627/1997.

También se indican las medidas específicas que deben adoptarse para controlar y reducir los riesgos derivados de este tipo de trabajos.

TRABAJOS CON RIESGOS ESPECIALES	MEDIDAS ESPECÍFICAS PREVISTAS
Especialmente graves de caídas de altura, sepultamientos y hundimientos	
En proximidad de líneas eléctricas de alta tensión	Señalizar y respetar la distancia de seguridad (5m.) Pórticos protectores de 5m. de altura Calzado de seguridad
Con exposición a riesgo de ahogamiento por inmersión	
Que impliquen el uso de explosivos	
Que requieran el montaje y desmontaje de elementos prefabricados pesados	

Tabla 8.6.3.1 – Riesgos laborable especiales.

8.6.4 Previsiones para trabajos futuros

El apartado 3 del artículo 6 del R.D. 1627/1997 establece que en el Estudio Básico se contemplarán también las previsiones y las informaciones para efectuar en su día, en las debidas condiciones de seguridad y salud, los previsibles trabajos posteriores.

RIESGOS
Caídas al mismo nivel en suelos
Caídas de altura por huecos horizontales
Caídas por huecos en cerramientos
Caídas por resbalones
Reacciones químicas por productos de limpieza y líquidos de maquinaria
Contactos eléctricos por accionamiento inadvertido y modificación o deterioro de sistemas eléctricos
Explosión de combustibles mal almacenados
Fuego por combustibles, modificación de instalación eléctrica o por acumulación de desechos peligrosos
Impacto de elementos de la maquinaria por desprendimientos, deslizamientos o roturas
Contactos eléctricos directos e indirectos
Toxicidad de productos empleados en la reparación o almacenados en el edificio
Vibraciones de origen interno y externo
Contaminación por ruido
MEDIDAS PREVENTIVAS Y PROTECCIONES COLECTIVAS
Andamiajes, escalerillas y demás dispositivos provisionales adecuados y seguros

Anclajes de cinturones fijados a la pared para la limpieza de ventanas no accesibles
Anclajes de cinturones para reparación de tejados y cubiertas
Anclajes para poleas para izado de muebles en mudanzas
EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL (EPIs)
Casco de seguridad
Ropa de trabajo
Cinturones de seguridad y cables de longitud y resistencia adecuada para limpiadores de ventanas
Cinturones de segur. y cables de longitud y resistencia adecuada para reparar tejados y cubiertas inclinadas

Tabla 8.6.4.1 – Previsiones para trabajos futuros.

8.6.5 Formación

Todo el personal que realice su cometido en las fases de cimentación, estructura y albañilería en general, deberá realizar un curso de Seguridad y Salud en la Construcción, en el que se les indicarán las normas generales sobre Seguridad y Salud que en la ejecución de esta obra se van a adoptar.

Esta formación deberá ser impartida por los Jefes de Servicios Técnicos o mandos intermedios, recomendándose su complementación por instituciones tales como los Gabinetes de Seguridad e Higiene en el Trabajo, Mútua de Accidentes, etc.

Por parte de la Dirección de la empresa en colaboración con el Coordinador de Seguridad y Salud en ejecución de obra, se velará para que el personal sea instruido sobre las normas particulares que para la ejecución de cada tarea o para la utilización de cada máquina, sean requeridas.

8.6.6 Medicina preventiva y primeros auxilios

- Botiquines:

Se dispondrá de un botiquín conteniendo el material especificado en la Ordenanza de Seguridad e Higiene en el trabajo.

- Asistencia a accidentados:

Se deberá informar a la obra del emplazamiento de los diferentes Centros Médicos (servicios propios, Mutuas Patronales, Mutualidades Laborales, Ambulatorios, etc.), donde deben trasladarse a los accidentados para su más rápido y efectivo tratamiento. Se dispondrá en la obra de un plano ampliado de los centros hospitalarios y asistenciales de sanidad más próximos, para conocimiento de los trabajadores en caso de necesidad.

Es muy conveniente además disponer en la obra, en un sitio bien visible, de una lista de teléfonos y direcciones de los centros asignados para urgencias, ambulancias, taxis, etc., para garantizar un rápido transporte de los posibles accidentados a los centros de asistencia.

- Reconocimiento médico:

Todo el personal que empiece a trabajar en la obra deberá pasar un reconocimiento médico previo al trabajo, y que será repetido en el periodo máximo de un año.

- Potabilidad del agua de consumo:

Se analizará el agua destinada al consumo de los trabajadores para garantizar su potabilidad si no proviene de la red de abastecimiento público de la ciudad.

8.7 ANÁLISIS DE RIESGOS

La identificación o análisis de riesgos tiene por objeto describir las fases de ejecución de los trabajos que se realizan con los posibles riesgos de accidentes asociados durante la realización de los mismos.

8.7.1 Evaluación de riesgos

Una vez tenemos los riesgos identificados, podemos evaluarlos. La evaluación de riesgos es el proceso dirigido a estimar la magnitud de aquellos riesgos que no se hayan podido evitar, obteniendo la información necesaria para establecer unas medidas preventivas. Valoramos los riesgos identificados en función de la probabilidad y consecuencia de su materialización y establecemos un valor del riesgo y una prioridad, detallando todas sus medidas preventivas a llevar a cabo.

La evaluación de riesgos es por tanto, el punto de partida para obtener la información que permita tomar decisiones apropiadas sobre la necesidad y el tipo de medidas preventivas que deben adoptarse para garantizar la seguridad y la protección de la salud de los trabajadores.

8.7.2 Descripción de riesgos de carácter general

8.7.2.1 Riesgos de caída de personal desde altura

Todo trabajo que se ejecute en altura, se realizará sobre andamios o plataformas de trabajo que han de reunir las condiciones fijadas en la normativa legal vigente, siendo además obligatorio el uso de cinturón de seguridad tipo arnés, que para soldadores, tendrá que tener la cuerda de amarre de material incombustible.

En los andamios o plataformas colgadas será obligatorio que el personal que se encuentre en la plataforma este sujeto mediante cinturón de seguridad a algún punto no perteneciente a la plataforma.

8.7.2.2 Riesgo de caída de objetos

Como prevención de estas caídas se colocará rodapiés en todas las plataformas de trabajo, estando prohibido acopiar en ellas todos aquellos materiales o herramientas que no sean imprescindibles. Asimismo, se adoptarán otras medidas tendentes a evitar los riesgos de caídas de objetos y materiales, tales como: rodapiés, mantas ignífugas, redes de protección, etc.

8.7.2.3 Riesgos de los desplazamientos verticales

Para los accesos a las plataformas de trabajo se utilizarán con prioridad los accesos permanentes previstos, o en su defecto escaleras-torre, o cuando ello no sea posible, escaleras de mano con dispositivo antideslizante o convenientemente amarradas. En los andamios o plataformas colgadas se colocarán dispositivos anti-caídas, al que estarán sujetos mediante cinturón de seguridad tipo arnés los trabajadores que se encuentren en ella.

8.7.2.4 Riesgos por falta de orden y limpieza

La acumulación de basuras, restos de materiales, acopios desordenados, etc., constituyen una serie de riesgos potenciales, tales como tropezones y caídas al mismo nivel, caídas de objetos a cotas inferiores, incendios, etc.

Conscientes de estos riesgos, consideramos el orden y la limpieza como un medio de protección colectiva de gran importancia. Se establece, por tanto, como norma a cumplir por todo el personal, la conservación de los lugares de trabajo en adecuado estado de limpieza y el orden en los acopios de materiales.

Cada empleado es responsable de mantener limpia y ordenada su zona de trabajo. Los empleados no pueden considerar su trabajo terminado hasta que las herramientas y medios empleados, resto de equipos y materiales utilizados y los recambios inutilizados, estén recogidos y trasladados al almacén o montón de desperdicios dejando el lugar y área limpia y ordenada.

Los derrames de líquido, aceites, grasa y otros productos, se limpiarán inmediatamente. Los residuos inflamables como algodones de limpieza, trapos, papeles, restos de madera, recipientes metálicos, contenedores de grasas o aceites y similares, se meterán en recipientes de basura metálicos y tapados.

Las herramientas, medios de trabajo, materiales, suministros y otros equipos nunca obstruirán los pasillos y vías de comunicación dejando aislada alguna zona de la sección.

Todo clavo o ángulo saliente de una tabla o chapa, se eliminará inmediatamente sea doblándolo, cortándolo o retirándolo de suelo o paso.

Las áreas de trabajo y servicios sanitarios comunes a todos los empleados serán usados de modo que se mantengan en perfecto estado.

Los desperdicios (vidrios rotos, recortes de material, trapos, etc.) se depositarán en los recipientes dispuestos al efecto. No se verterán en los mismos líquidos inflamables ni colillas.

Como líquidos de limpieza o desengrasado se emplearán preferentemente detergentes. En los casos en que sea imprescindible limpiar o desengrasar con gasolina u otros derivados del petróleo, estará prohibido fumar.

Las zonas de paso, o señalizadas como peligrosas, deberán mantenerse libres de obstáculos.

Los huecos situados en plano vertical u horizontal deberán protegerse con barandillas, etc., a una altura mínima de 0,90 m con listón intermedio y rodapiés, y estar iluminados, si es posible, de forma que se vean claramente tales protecciones.

Deben estar debidamente acotados y señalizados todos aquellos lugares y zonas de paso donde pueda existir peligro de lesiones personales o daños materiales.

No deben almacenarse materiales de forma que impidan el libre acceso a los extintores de incendios.

Los materiales almacenados en gran cantidad sobre pisos deben disponerse de forma que el peso quede uniformemente repartido.

No se deben colocar materiales y útiles en lugares donde pueda suponer peligro de tropiezos o caídas sobre personas, máquinas o instalaciones. Las botellas que contengan gases se almacenarán verticalmente asegurándolas contra las caídas y

protegiéndolas de las variaciones notables de temperatura.

Todas las zonas de trabajo y tránsito deberán tener durante el tiempo que se usen como tales, una iluminación natural o artificial apropiada a la labor que se realiza, sin que se produzcan deslumbramientos.

Se mantendrá una ventilación eficiente, natural o artificial en las zonas de trabajo, y especialmente en los lugares, cerrados donde se produzcan gases o vapores tóxicos, explosivos o inflamables.

Las escaleras y pasos elevados estarán provistos de barandillas fijas de construcción sólida.

Está terminantemente prohibido fumar en los locales de almacenamiento de materiales combustibles, según indica la señalización dispuesta al efecto.

Está prohibido retirar cualquier protección de tipo colectivo (barandillas, tabloneros de plataforma de trabajo, escaleras, etc.) sin la debida autorización del mando responsable del tajo previo compromiso de su inmediata reposición al término de la actividad que motivó dicha retirada.

Cuando se tenga que levantar rejillas por necesidades de montaje, deben colocarse obstáculos físicos (barandillas), o si esto no es posible, señalizarlo adecuadamente. Al finalizar de la jornada laboral y al mediodía, al ir a comer, se volverán a colocar en su lugar.

Las operaciones de limpieza se realizarán en los momentos, en la forma y con los medios más adecuados.

8.7.2.5 Riesgos por la falta de iluminación

De ser necesaria más iluminación puntual en zonas del interior del edificio, se instalarán focos y/o se dotará al personal de lámparas portátiles alimentadas a 24V, a fin de eliminar riesgos derivados de una insuficiente iluminación.

8.7.2.6 Riesgos eléctricos

Todos los cuadros de alimentación de grupos de soldar y máquinas eléctricas portátiles estarán protegidos por relés diferenciales, con puesta a tierra de las carcasas. Las máquinas eléctricas manuales que dispongan de doble aislamiento, no deberán conectar sus carcasas a tierra.

Todas las mangueras de alimentación de cuadros, así como aquellas de los circuitos de soldeo y alargaderas para máquinas eléctricas portátiles serán de sección adecuada y no presentarán deterioro en sus aislamientos. Los empalmes y conexiones se realizarán de acuerdo con las normas fijadas en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

Solamente el personal autorizado o cualificado podrá operar en los equipos eléctricos sean cuadros de maniobra, de puesta en marcha de motores, de transformadores, etc.

Los empleados considerarán que todo conductor eléctrico o cable está conectado y bajo tensión. Antes de trabajar en ellos comprobarán la ausencia de tensión con aparato adecuado y lo pondrán en cortocircuito unido a tierra.

Antes de iniciar cualquier trabajo en aparato o conducción eléctrica que se ha desconectado, se unirá a tierra.

Todo equipo eléctrico, lámpara, herramienta, transformador u otro con tensión superior a la de seguridad (24 voltios) o que carezca de características dieléctricas de doble aislamiento, estará unido o conectado con tierra y tendrá un relé diferencial. Todos los portátiles para alumbrado serán alimentados con tensión de 24 voltios.

Cuando se paren máquinas o equipos activados eléctricamente por reparación, revisión, sustitución u otros motivos en los que haya que ponerse en contacto con la máquina, se señalizará ésta y el equipo de maniobra con tarjetas rojas y siempre que sea posible se cortará la alimentación, sea retirando los fusibles o por cualquier otro procedimiento eficaz.

El personal, del servicio eléctrico usará además del equipo personal común a todos los empleados (casco, gafas, manguitos, etc.), el siguiente, todos ellos con el correspondiente certificado CE:

- Guantes de material aislante.
- Alfombra o banqueta aislante.
- Comprobador de tensión.
- Herramientas aisladas homologadas.
- Material de señalización
- Calzado aislante.
- Pantalla facial transparente de policarbonato.

El personal eléctrico ha de cumplir rigurosamente la norma que prohíbe el uso de anillos, relojes, botones metálicos, hebillas, etc., durante su trabajo.

En incendios de equipos eléctricos no se usarán extintores de espuma o agua. Se emplearán exclusivamente extintores de gas carbónico, polvo químico o halones.

8.7.2.7 Riesgos de proyección de partículas

Estos riesgos están derivados de la utilización de máquinas de esmerilar portátiles y tienen como consecuencia general la introducción de cuerpos extraños en los ojos. Para limitar el riesgo en la zona de trabajo, los operarios han de estar protegidos con gafas de seguridad, y se colocarán, siempre que sea posible, pantallas que eviten que las proyecciones alcancen a terceras personas.

Mención especial merecen los riesgos que se derivan de realizar soldaduras y operaciones de corte en altura cayendo material fundente sobre personas y materiales, como evidente riesgo de quemaduras e incendios. Para evitarlo se colocarán mantas de fibra de vidrio o lonas ignífugas que retengan estas partículas incandescentes evitando con ello su caída descontrolada.

Asimismo, se dispondrán de extintores, perfectamente señalizados, en zonas próximas a los lugares donde se realicen trabajos con riesgo de incendio.

8.7.2.8 Riesgos generales en los transportes y manejo de carga

La carga y descarga de materiales e instrumentación en naves se efectuará mediante grúas autopropulsadas, cabestrantes, etc., de potencias varias, adecuados en cada caso a las características de los elementos a maniobrar.

Los estrobos estarán fabricados a partir de cables de alma de cáñamo y composición adecuada con el fin de conseguir la máxima flexibilidad. Los trenzados tendrán longitudes mínimas señaladas en los catálogos y estarán ejecutados con la mayor destreza. Dichos trenzados estarán completamente protegidos, de tal modo que ninguna punta de alambre sea visible al exterior.

Cada estrobo estará marcado en lugar visible con la carga máxima de trabajo. Dicha carga no podrá ser superior a un sexto de la carga de rotura del cable a la cual está fabricado y habrá sido probado satisfactoriamente a dos veces la carga de trabajo. Se permitirá la utilización de cables sujetos con grapas, siempre que el número de éstas sea igual o superior a lo especificado en los catálogos del fabricante. No obstante, en general, no se permitirá la sustitución de estrobos por ese tipo de cable.

El estrobado de carga se realizará de tal forma que la pieza a elevar no se someta a roces excesivos o deformaciones. El sistema de estrobado ofrecerá la máxima garantía en cuanto a estabilidad de carga, y todos los bordes o aristas vivas serán protegidos para evitar daños al cable. Para el estrobado se utilizarán eslingas y grilletes adecuados que serán revisados antes de su utilización.

En toda maniobra se designará una sola persona que será quien ordene los movimientos correspondientes al gruista.

8.7.2.9 Riesgos generales de herramientas, materiales y máquinas

Se vigilará especialmente el uso de las herramientas adecuadas para la ejecución de los trabajos y que éstas se encuentren en perfecto estado.

Los andamios y plataformas de trabajo se confeccionarán con arreglo a la

normativa legal vigente colocando barandillas, rodapiés, número de tabloneros conveniente y accesos adecuados.

Las escaleras fijas y portátiles se mantendrán en perfecto estado.

Los estrobos, cables y cuerdas, utilizadas serán revisados al menos una vez al mes, inutilizándolos o destruyéndolos cuando se detecten deficiencias que rebajen su capacidad. La referida inspección será realizada por el responsable de las maniobras.

Los grupos de soldadura estarán alimentados por cuadros protegidos con relés diferenciales. Para que dichos relés protejan contra contactos eléctricos indirectos, es fundamental que la carcasa de las máquinas esté puesta a tierra.

8.7.2.10 Riesgos por carga y descarga de materiales

Son de aplicación en este caso las normas relativas a izados, debido a que la mayor parte de los materiales se manipularán con la ayuda de grúas.

Cuando haya que desembalar materiales, se utilizarán herramientas apropiadas, y se eliminarán los restos de embalajes que tengan clavos.

La manipulación de materiales es causa de frecuentes contusiones y fracturas. Para esta tarea se requieren operarios entrenados, por lo que se evitarán, en lo posible, cambios de personal.

Es obligatorio el uso de casco, guantes y botas de seguridad.

8.7.2.11 Riesgo de escaleras portátiles

Queda prohibido el uso de escaleras defectuosas o que no se pueda comprobar si se encuentran en buen estado.

Para trabajos eléctricos se usarán escaleras de madera, poliéster o fibra de vidrio.

Quedan prohibidas para estos trabajos escaleras metálicas, Las escaleras portátiles y especiales (más de 7 m.) estarán provistas de zapatas antideslizantes.

La escalera portátil tendrá una longitud tal que sobrepase un metro por encima del punto o la superficie a donde se quiere llegar. La longitud máxima de las escaleras portátiles no podrá sobrepasar los 5 m, sin un apoyo intermedio en cuyo caso podrá alcanzar la longitud de 7 m. Para mayores alturas se emplearán escaleras especiales.

Las escaleras se colocarán de modo que el ángulo con la vertical bajada del punto superior sea de 15 grados. De otra forma, la distancia entre la citada vertical y las zapatas de apoyo en el suelo deben ser la cuarta parte de la longitud existente entre la zapata del suelo y la intersección con la vertical del punto de apoyo superior.

Todas las escaleras portátiles se apoyarán sobre superficies planas y firmes.

En la proximidad de puertas y pasillos, si es necesaria la colocación de una escalera portátil, se hará teniendo la puerta abierta para que sea visible y además protegida para que no pueda recibir golpe alguno.

Siempre que sea posible se amarrará la escalera por su parte superior y en caso de no ser posible habrá una persona en la base de la escalera. En escaleras especiales será obligatorio.

No se empalmarán dos escaleras sencillas.

No se pondrán escaleras por encima de mecanismos en movimiento o conductores eléctricos desnudos. Si es necesario, antes se habrá parado el mecanismo en movimiento y quitado la energía.

Las escaleras de tijera deben estar totalmente abiertas y con el tensor extendido de modo que no permita deslizamiento alguno.

Las escaleras de madera no se pintarán con el fin de poder examinar su estado en

todo momento; para su conservación se podrá aplicar un barniz transparente.

El usuario de la escalera portátil se mantendrá vertical o al lado pero siempre dentro del espacio limitado por los largueros de la escalera.

Queda prohibido subir en una escalera a más de un operario simultáneamente.

En las escaleras portátiles no se deben pisar los tres últimos peldaños.

El descenso por una escalera portátil nunca se realizará de espaldas a la misma.

El operario deberá llevar ambas manos libres.

Las escaleras de madera deberán ser ensambladas, no clavadas.

Para trabajos, continuados sobre escalera se deberá utilizar cinturón de seguridad tipo arnés.

Las escaleras portátiles no se utilizarán como guías, riostras ni para cualquier otro fin para el que no estén diseñadas.